

Y A S A K M O Y K O S U



GENETİĞİN TEMELLERİ

Edward Edelson



POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

Gregor Mendel

genetığın temelleri

Edward Edelson

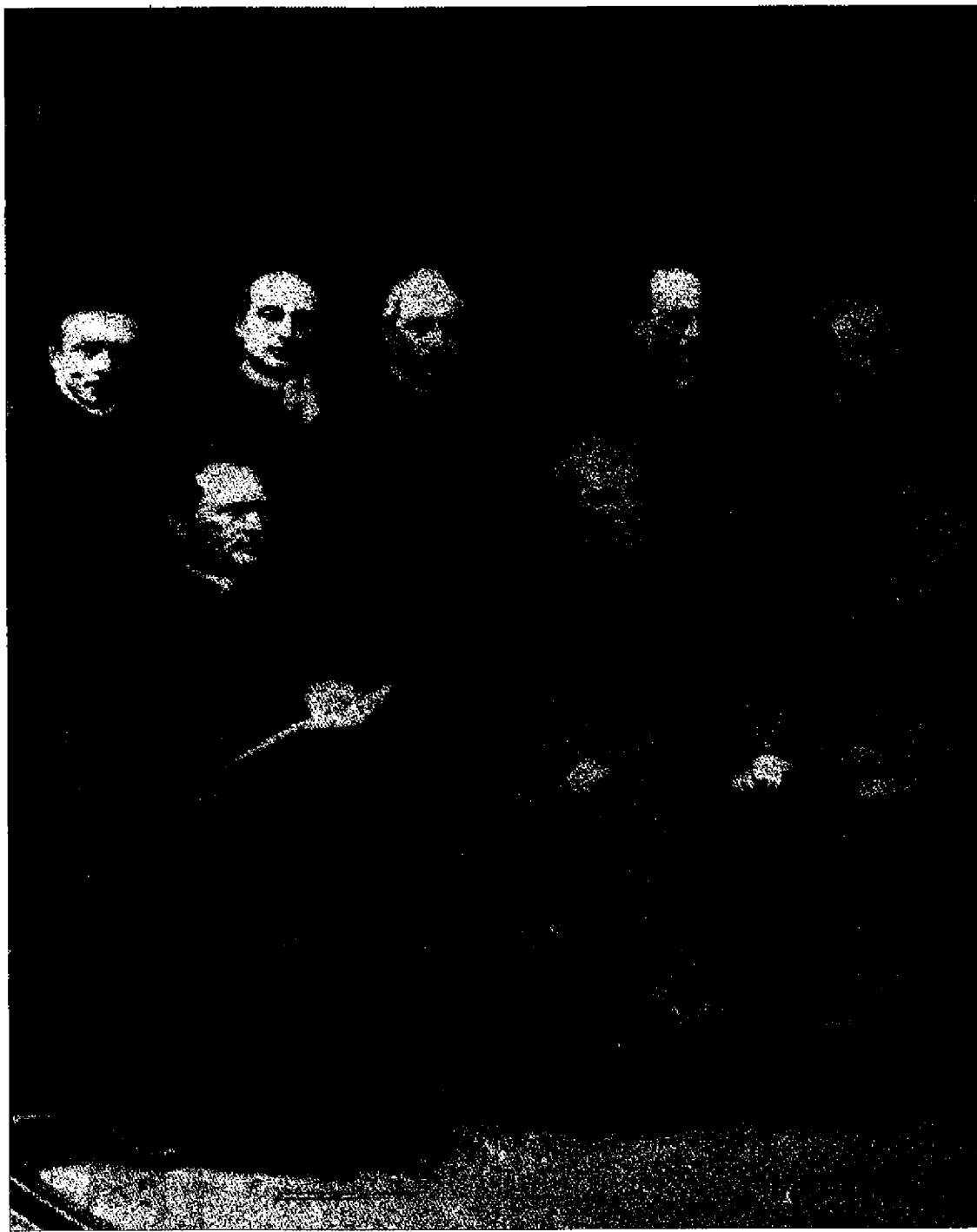
Çeviri

Füsun Baytok



İçindekiler

Mendel Keşfediliyor	1
Genç Mendel Manastır Yaşamını Seçiyor	11
Mendel Bitkilerle Deneylerine Başlıyor	35
Mendel Başrahip Oluyor	55
Mendel'in Son Yılları	69
Mendel Yeniden Keşfediliyor	76
Mendel'in Mirası	87
Zamandızın	97
Dizin	99



*1860'lı yılların başında Brno'daki Augustinusçu manastırı mensupları.
Sag başta elinde küpeçiçegi tutan Gregor Mendel.*

Mendel Keşfediliyor

1884 yılı Ocak ayında Brno kentinin (o zamanlar adı Brünn'dü ve Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'nun sınırları içindeydi, bugünse Çek Cumhuriyeti'nde) yerel gazetesi, Brno manastırının sevilen başrahibinin ölüm haberini duyuruyordu. Yazıda başrahip Gregor Mendel'in araştırmalarını hevesle yürüten bir araştırmacı olduğu, meteoroloji ve arıcılık üzerine uzun araştırmalar yaptığı ve aralarında "iri ve güzel bir küpeçiçeği"nin de bulunduğu değişik çiçek türleri yetiştirdiği belirtiliyordu. Ayrıca, "çok sayıda yetiştirdiği melez bitkilerle ilgili gözlemleri"ne de kısaca değiniliyordu. Melez bitkiyi, birbirinden belirgin biçimde farklı iki bitki türünün ya da soyunun çaprazlanmasıyla elde edilen yeni bir bitki çeşidi olarak açıklayabiliriz.

Ceyrek yüzyıl sonra, 1910 yılında, binlerce kişi manastırın önündeki meydanda Gregor Mendel'i anmak için toplanmıştı. Kalabalığın arasında Avrupa'nın her ülkesinden, tanınmış bilim adamları da vardı. Mendel'in anısını yaşatacak bir heykelin açılışı yapılarak meydana onun adı verildi.

Mendel kendisi hayattayken pek ilgi çekmeyen melez bitkilerle yaptığı çalışmalarдан dolayı saygıyla anılıyordu. Konuşmacılardan Alman bilim adamı Erich Tschermak, Mendel'in değişik özelliklere sahip bitkileri çaprazlayarak yaptığı deneylerin kalıtımı "mantıksal hatta matematiksel bir problem" haline getirdiğini ve Mendel'in "kalıtım konusunda çok isabetli bir araştırma yöntemi" yarattığını söyledi. Bazıları da Mendel'i yeni bir bilim dalının, genetik biliminin, babası olarak övgüyle andılar. Bu bilim dalının temel yasaları Mendel'in bitki çaprazlama çalışmalarıyla oluşmuştu ve da Mendel genetiği olarak anılmaya başlamıştı bile.

Mendel'in 1884'teki ölümüyle 1910 yılındaki anma töreni arasında geçen zamanda olup biten aslında, onun 1860'lardan beri bitkilerde katılımla ilgili yaptığı bilimsel çalışmalarının ortaya koyduğu sonuçların keşfedilmesiydi. 20. yüzyıla girerken kalıtım hakkındaki yeni bulgularını açıklamaya hazırlanan birkaç bilim adamı bilimsel literatürü taradıklarında aynı buluşların 30 yılı aşkın bir zaman önce Mendel tarafından yapıldığını görmüşlerdi. Mendel buluşlarını gizlememişti. Vardığı sonuçları bilimsel bir dergide yayımlamış ve yazdığı makaleyi 40 kadar bilim adamı ve kuruma göndermişti. Ancak bunlardan ilgi görmemişti. Bilim dünyası, Mendel'in kuşaktan kuşağa geçen özelliklerin matematiksel analizine dayalı kalıtım yaklaşımını kabule henüz hazır değildi. Kalıtım alanında çalışan başka bilim adamları vardıkları sonuçları açıklamak için matematiğe başvurmuşlar ve dolayısıyla da onun elde ettiği bulguların önemini anlayamamışlardı. Mendel'in bulguları, yıllar sonra benzer deneyler yapan başka bilim adamlarının da çalışmalarının matematiksel analizini yapmaya başlamalarıyla fark edildi. Böylece Mendel'in bulgularına

MENDEL'DEN ÖNCE KALITIM

Kalitimın gizemi Mendel'in çalışmalardan yüzBILLAR önce de bilginleri meşgul etmiş ve neden bir kimse annesine benzerken, diğerinin babasına, bir başkasının da büyükannesine benzediğini açıklamak için bir dizi kuram ortaya atılmıştı.

İlk kuramlardan biri MÖ 5. yüzyılda, tıp biliminin kurucusu olarak kabul edilen Yunanlı Hippokrates tarafından öne sürülmüştü. Pan-genez (tümoluş) olarak adlandırılan bu kurama göre, vücutun her bölümünden küçük parçacıklar anne ve babanın üreme maddelerine karışıyor, bunlardan da yeni birey oluşuyordu. Böylece o birey hem annenin hem de babanın özelliklerini sergiliyordu.

Bir yüzYL sonra Aristoteles değişik bir kuram ortaya atmış ve babanın ertsyunun yeni organizmanın bütün parçalarını içerdigini, bunun annenin âdet sıvisi üzerinde etki yaparak yeni bireyi şekillendirdigini öne sürmüştü. Annenin de kalitimda temel bir rol oynadığını ilk söyleyen Aristoteles'ti.

MS 3. yüzyılda Aziz Augustine, Tanrı'nın maddeyi, kendini çoğaltması için belli güçlerle donattığını öne sürmüştü. Bu düşünce bitkilerin ve hayvanların oluşumunda doğal etkenlerin varlığı olasılığını dikkate almadı.

Bundan sonra 17. yüzyıla kadar yeni bir kuram ortaya çıkmadı. Bu tarihte Hollanda'da, yeni geliştirilmiş bulunan mikroskopla çalışmalar yapan Antoni van Leeuwenhoek, bir kadının rahminde oluşumunu tamamlamış minik bir embriyon gördüğünü, bunun spermayla temas etmesi halinde yeni bir bireye dönüştüğünü öne sürmüştü. Bu gözlem önceden oluşum kuramının (preformasyon) temeli oldu.

Bunu izleyen yüzyılda ise Fransız bilim adamı René-Antoine de Réaumur, hem annenin hem babanın üreme maddelerinde organik moleküller bulunduğu, bunlar bir araya geldiğinde de özel bir gücün etkimesiyle yeni bireyin oluştuğu görüşünü ortaya attı. Epigenez (sıraklış) olarak adlandırılan bu kuram sonraki yıllarda bazı bilim adamları tarafından çeşitli şekillerde geliştirildi. Birçok bilim adamı evrenin başlangıcında yaratılan organizmaların daha sonraki kuşak-



Aristoteles, 19. yüzyıl gravürü.

larda kendilerini sonsuz biçimde yenilediklerini düşünüyordu. Ancak 18. yüzyılda fosil buluntularının incelenmesi, artık var olmayan bitki ve hayvanların yaşamış olduğunu ortaya çıkarınca bu kuram terk edildi.

18. yüzyılda melez bitkiler yetiştirilmesi üzerinde çalışmalar yapan bilim adamlarının, örneğin J. G. Kölreuter'in araştırmaları yeni bireylerin nasıl yaratıldığı sorusunu yeniden gündeme getirdi. Kölreuter, hem annenin hem de babanın üreme maddelerinin bu konuda etkili olduğunu belirterek Aristoteles'in kuramına geri döndü. Hâlâ desteklenen önceden oluşumculuğa karşı çıkarak epigenetik kuramının savunucusu oldu.

İki kuramın savunucuları arasındaki tartışma onlarca yıl sürdü ve tartışma evrimle ilgili konuları da kapsadı. 18. yüzyılda yaşayan büyük Fransız biyolog George Buffon çevrenin kalıtım üzerindeki etkisini vurguladı. Bu fikir Jean-Baptiste de Lamarck tarafından ele alınarak geliştirildi. Charles Darwin'in evrim kuramı da yavruların birçok farklı özelliğe sahip olabileceğini, bunlardan hangisinin gelecek kuşağa geçirilerek yeni türün temelini oluşturacağı ise doğal seçimin belirleyeceğini ortaya koydu.

Ancak ne Darwin ne de kalıtımla ilgilenen öteki bilim adamları, özelliklerin bir kuşaktan diğerine nasıl geçtiğini açıklayabiliyordu. Bu yüzden, Mendel bitki çaprazlama çalışmalarına başladığında biyolojinin belki de en eski sorusuna cevap arıyordu.

farklı bir gözle bakabilmiş ve ona hak ettiği değeri vermişlerdi.

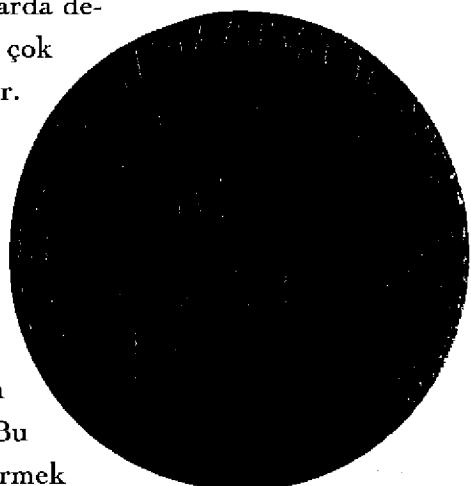
Bununla birlikte, Mendel'in başarılarının çabuk fark edilmemesinin başka bir nedeni de bilimsel dergilerde başka makale yayımlamamış ve bulgularını daha çok bilim adâmına duyururmadığı olasıydı. Mendel'in neden bu çabayı göstermediğini bilmiyoruz. Sebep belki de manastırın başrahibi olarak yükleniği sorumluluklarla ya da ömrünün daha sonraki yıllarda ortaya çıkan ve sonunda ölümüne yol açan hastalıkla ilgiliydi. Ama tabii ki bunlar sadece birer tahmin.

Belki de Mendel üzerine düşeni yaptığına inanıyordu. Rahip arkadaşlarından Franz Barina, Mendel'in ölüm döşeğindeki son sözlerinden bazılarını şöyle aktarıyor: "Yaşamım süresince birçok sıkıntılı verici durumla karşılaşmış olmama rağmen, şükranla itiraf etmeliyim ki hep iyi ve güzel galip geldi. Bilimsel çalışmalarım bana büyük doyum sağladı. Bunların kısa zamanda tüm dünyada kabul göreceğinden eminim."

Mendel'in tanımladığı temel ilkeler bugün de genetik biliminin temel taşıdır. Genetik, sadece klonlama, gen mühendisliği ve benzeri çalışmalarında değil, tıp biliminin uygulanmasında da çok büyük etki yapan bir bilim dalıdır. 20. yüzyılın bilimi olan genetiğin yolunu fark edilmeden açan da işte Avrupa'nın sessiz bir köşesinde araştırmalar yapan bu alçakgönüllü adamdı.

Kimdir Gregor Mendel? Onun yeniden keşfedilmesinden sonra tüm dünya bu soruyu sormaya başladı. Bu soruya dört dörtlük bir cevap vermek

Mendel'in yazlarını 1865 yılında Brno Doğa Tarihi Cemiyeti'ne bağışlamasının 100. yıldönümü anısına basılan hatıra madalyonu. Ortada Mendel'in bezelye melezleme deneyleri sonucunda ortaya çıkan baskın ve çekinik alellerin oranı yer almıyor.



mümkün değildi. Yazlarının birçoğu kendisinden sonra gelen başrahip tarafından degersiz olduğu düşünülerek yakılmıştı. Ayrıca Mendel gösterişçi bir insan değildi. Ömrünün çoğunu geçirdiği manastırdaki sakin yaşam onun hoşuna gidiyordu. Bir bilim tarihçisi şöyle diyor: "Mendel ağırlaşmış bir insandı. Düşünceleri genellikle somut verilerle ilgiliydi ve hayatında duygusallığa pek yer yoktu."

Bununla birlikte Mendel, yaptıklarından dolayı Brnoda, hayattayken dikkat çekmiş biriydi. Ayrıca, onu tanıyan birçok kişi 20. yüzyılda henüz hayattaydı ve anılarını aktarabilmişti. Başka bilim adamlarıyla yazışmalarının büyük bölümü korunmuştu. O zamanlar olduğu gibi bugün de Gregor Mendel'le ilgili daha önce bilinmeyen bir yazı ya da mektup ortaya çıkabiliyor.

Mendel'in ölümünden sonra uzun yıllar devam eden bir olgu da onun bulguları üzerinde yapılan bilimsel ve siyasal tartışmalar oldu. Bazı bilim adamları onun ilke-lerini kabule yanaşmazken bazı siyasi hareketler de kendilerine özgü gerekçelerle ona karşı çıkyordu. Örneğin Sovyetler Birliği'nde komünistler geleneksel Mendel genetığının sınırlamalarından bağımsız olarak yeni bir tür erkek ve kadın yaratabileceklerine inanıyordı. Trofim Lisenko adında bir sahtebilimci, 1940'lı ve 1950'li yıllarda, komünizmin Mendel'in fikirlerini çürüttüğünü ve komünizmin kazandırdığı özelliklerin bir sonraki kuşağı değiştirmekte olduğunu çünkü bu özelliklerin Mendel'in kalitim yasalarına rağmen yeni doğanlara geçtiğini iddia ediyordu. Lisenko acımasız Sovyet diktatörü Stalin'in de desteğini aldı ve Sovyetler Birliği'yle o zamanlar denetimi altındaki Doğu Avrupa ülkelerinde Mendel'in yasaları resmen yasaklandı. Komünist yönetim, manastırdaki Mendel Müzesi'ni de ka-

patti. Bilim adamları, Mendel zamanından kalan belgeleri ve aletleri ancak son anda kurtarabildiler.

1930'lu ve 1940'lı yıllarda Almanya'daki zalim Nazi yönetimi de Mendel'in bulgularına düşmanca yaklaştı. İlkinci Dünya Savaşı'nda Çekoslovakya'nın Alman işgalii altında olduğu sırada yayımlanan bir makalede asılsız bir biçimde Mendel'in Darwin'in evrim kuramını tümüyle reddettiği iddia ediliyordu. Bu tavır Almanya'nın 1945'teki yenilgisinden sonra bütünüyle değişti.

Lisenko'nun düşünceleri Stalin'in 1959 yılında ölümünden sonra gözden düştü ve daha Sovyetler Birliği 1990'lı yıllarda dağılmadan önce unutuldu gitti. Mendel Müzesi yeniden açılırken, araştırması ve onunla ilgili malzeme de yeniden toparlandı. 1965 yılında Brno kentinde Mendel'in tarihi makalesinin yayımlanmasının 100. yıldönümünü kutlamak için yapılan toplantıya Rusya'dan bir temsilci de katıldı. Sovyetler Birliği Genetikçiler ve Seçilimciler Cemiyeti başkanı B. L. Astaurov yaptığı konuşmada şunları söyledi: "Mendel'in keşfettiği olguların özünü kavrayabilmek biyolojinin düşünce yapısında öylesine köklü bir değişiklik gerektiriyordu ki, bu ancak Newton mekaniğinden günümüzün kuantum fiziğine geçişle kıyaslanabilir."

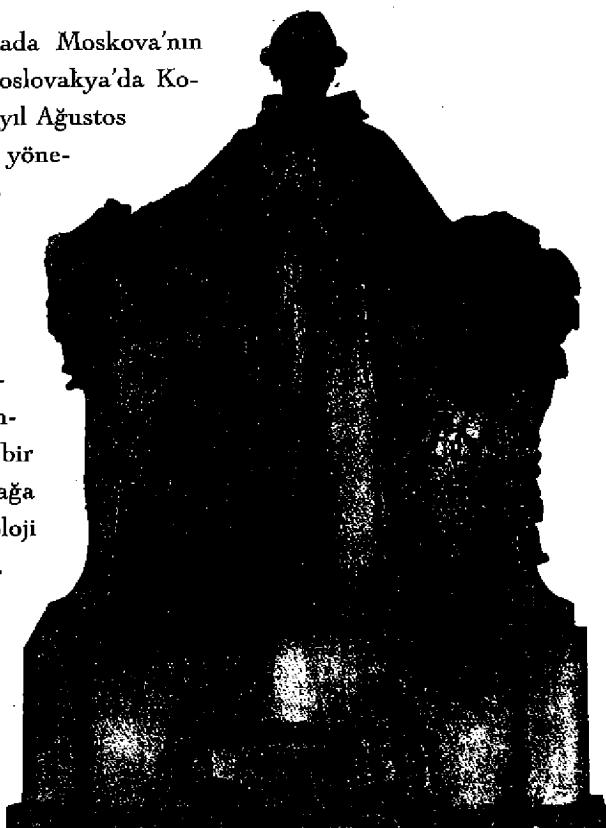
Mendel'in çalışmaları kahci olmuş ve onu temel alan araştırmalar pek çok ülkede çoğalmıştır. Bir insan ve bilim adamı olarak Gregor Mendel'in öyküsü de genç bilim adamlarına esin kaynağı olmaya devam ediyor.

Ölümüyle, yeniden keşfedilmesi arasında geçen zaman nedeniyle Gregor Mendel'in öyküsü tam olarak belki de hiç bilinmeyecek ama Mendel'den bize kalan belgeler ve onu tanıyanların anlattıkları, bir insan ve bilim adamı olarak gelecek kuşaklara da aktarılacak resmini çizmemize yetiyor.

MENDEL VE KOMÜNZM

1948 yılı Şubat ayında, o sırada Moskova'nın kontrolü altında bulunan Çekoslovakya'da Komünist Parti iktidara geldi. O yıl Ağustos ayında Moskova'da, Trofim Lisenko yönetiminde biyoloji bilimlerinin durumuyla ilgili bir konferans düzenlendi. Açılış oturumunda Lisenko, Mendelizm gibi aşağılayıcı betimlemelerle tanımladığı genetiği sahte burjuva bilimi ilan etti. Lisenko'ya göre bu bilimin yerini, Mendel'in ilkelerinden bağımsız olarak, bir kuşağın özelliklerinin sonraki kuşağa geçtiği ilkesine dayalı yeni bir biyoloji alacaktı. Lisenko'nun düşüncesi, Sovyet devletinin birkaç yıl içinde yeni ve daha iyi bir insan yaratacağı yolundaydı. Mendel yasaları ise bunun imkânsız olduğunu söylüyordu.

1950 yılı Eylül ayında, Mendel'in ilkelerinin yeniden keşfinin ellinci yıldönümü Ohio Devlet Üniversitesi'nde kutlandı. Dünyanın her yerinden genetikçiler ve çeşitli bilim adamları kutlamaya katıldılarken Sovyetler Birliği ve kontrolü altındaki ülkelerden kimse yoktu. Birkaç ay önce Çekoslovakya gizli polisi Brno'daki Augustinusçu manastırı kapatmış ve rahipleri tutuklamıştı. Manastır binaları fabrikaya dönüştürülmüş, Mendel'in deneylerinde kullandığı sera yıkılmıştı. 1959 yılında komünist yönetimin bir yetkilisinin emriyle Mendel'in heykeli onun adını taşıyan meydandan kaldırılarak bir zamanlar manastır olan fabrikanın bahçesine taşındı. Mendel'in savunucuları Mendel Müzesi'ndeki belgeleri alarak yakındaki Moravya Müzesi'nde sandıkların içinde sakladılar. Nedendir bilinmez komünistler Mendel Meydanı'nın adını değiştirmediler.



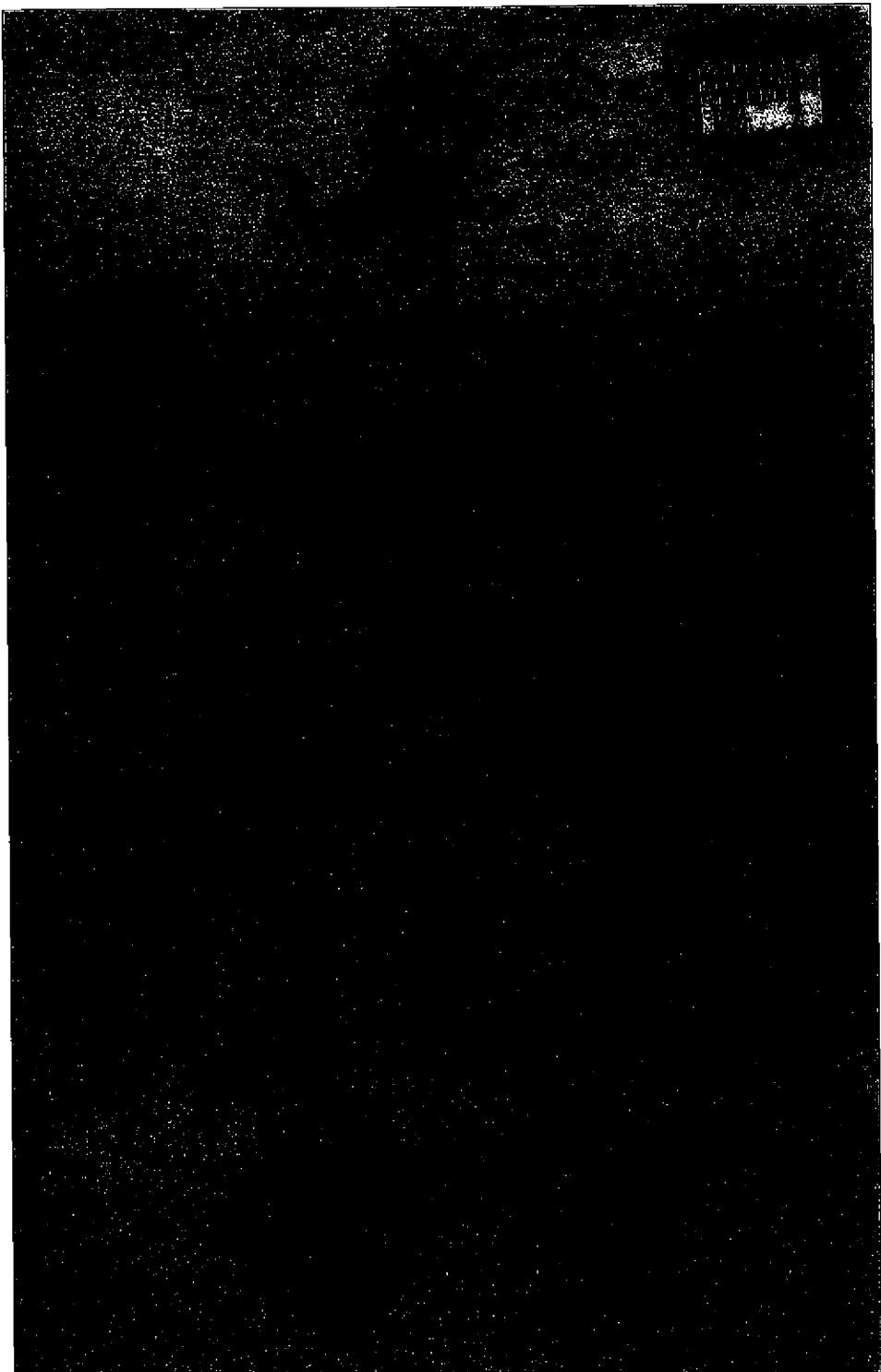
1962 yılında manastırın bahçesine taşıyan Mendel anıtı.

Sovyet diktatör Stalin'in ölümünden sonra her şey değişmeye başladı. Lisenko'ya yönelik en sert eleştiri Sibirya'daki bir çalışma kampındayken serbest bırakılan genetikçi Nikolay Timoleyev-Ressovsky ile yine bir genetikçi olan Josef Krizenecky'den geldi. Krizenecky, Lisenko'nun Mendel'i reddetmesini yerceki mini reddetmeye benzetti. Bu açıklaması üzerine tutuklanarak 18 ay cezaevinde kaldı. Ama yine de Mendel adına mücadeleye devam etti.

Krizenecky 1962 yılında, Brno'da bir Mendel müzesi kurmak ve Mendel'in bulgularının yayılmasını 100. yıldönümünü kutlamak üzere hazırlık yapmakla görevlendirildi. Ancak pek fazla ilerleme sağlayamadan öldü.

Buna karşılık 1965 yılı Ağustos ayında Brno'da, Çekoslovak Bilimler Akademisi, Uluslararası Biyoloji Bilimleri Birliği ve birkaç başka uluslararası örgütün himayesinde Gregor Mendel'i Anma Sempozyumu yapıldı. Toplantıda, genetik alanındaki çalışmalarından dolayı Nobel Ödülü kazanmış bulunan H. J. Muller bir konuşma yaparak, Gregor Mendel'in parlak araştırmalarının, cansız madde- den hayatın nasıl ortaya çıktığına ilişkin temel ipucunu içerdigini söyledi.

Yine 1965'te, Mendel Müzesi, Mendel'in çalışmalarını yaptığı binada yeniden açıldı. Müze o zamandan beri birçok ülkeden bilim adamlarını konuk ediyor. 1990 yılında da Aziz Augustinus mezhebine bağlı rahiplerin, Mendel'in yaşamının büyük bölümünü geçirdiği manastırı dönmelerine izin verildi. Manastırda şimdi de, Mendel'in modern genetik bilimine bıraktığı mirasın araştırılması için bir enstitü kurulmasına çalışılıyor.



*Gregor Mendel'in doğum belgesi. O zamanın uygulamasına göre elle yazılmış.
Mendel 22 Temmuz 1822'de doğmuştur.*

Genç Mendel Manastır Yaşamını Seçiyor

22 Temmuz 1822 tarihinde Habsburg hanedanlığına bağlı olan Silezya eyaletindeki Hyncice (Heinzendorf) köyünde yaşayan çiftçi Anton Mendel'le karısı Rosine'in bir erkek çocukları oldu. Çocuğa Johann adını verdiler. (Johann daha sonra adını Gregor olarak değiştirdi.) Johann Mendel tek erkek çocuk olarak büydü. Kendisinden iki yıl önce doğan Veronica adında bir ablasıyla, yedi yıl sonra doğan Theresa adında bir kız kardeşi vardı. Öteki kardeşlerinin hepsi doğum sırasında ölmüşlerdi.

Anton Mendel Napoléon Savaşları sırasında Avusturya ordusunda askerdi. Oğlu dünyaya geldiği sıralarda küçük bir toprak parçasını ekip biçiyor, bahçesinde meyve ağaçları yetiştiriyor ve arıcılık yapıyordu. Mendel ailesi çok yoksul sayılmazdı. Anton ahşap evinin yerine tuğlayla yenisini yapmıştı ve iki de atı vardi. (Ev ile çiftlik binaları genel çizgileriyle hâlâ korunmaktadır ve iki odada Gregor Mendel'in anısına bazı eşyalar sergilenmektedir.)

Gregor Mendel'in iki kız kardeşi ve eniştesi. Sağdaki Veronika, soldaki Theresa, ortadaki Theresa'nın kocası Leopold Schindler.



Ama Mendellerin hiçbir zaman paraları bol olmadı. 19. yüzyılın başlarında hâlâ geçerliğini koruyan feodal geleneklere göre Anton toprak sahibi için haftanın üç günü kendisi çalışmak, bu sürenin yarısı kadar da atlarını çalıştırırmak zorundaydı. Çiftlikte, çalışabildiği ilk günden başlayarak genç Johann Mendel için yapılacak çok iş vardı.

Genç Johann büyük oranda doğduğu yer dolayısıyla babası gibi çiftçiliğe yazgılı olmadı. Ülkenin birçok kentinde okul yokken Hyncice'de bir köy okulu vardı. Köy, toprakları üzerinde yaşayan çocukların eğitim görmesi-

ne önem veren Kontes Walpurga Truchsess-Zeil'in mülkü içinde yer alıyordu. Genç Johann yaşı gelmez okula başladı. Okulun temel aldığı ilkelerden biri, "para ve mülk elimden alınabilir ama bilimsel bilgiye sahip olma sanatı asla" idi. Johann Mendel'le öteki öğrencilerin görevleri arasında meyve ağaçlarından binlerce tohum toplayarak nesli iyileştirecek fideler yetiştirmek de vardı.

Kısa süre içinde öğretmenler, genç Mendel'in olağanüstü zeki bir çocuk olduğunu fark ettiler ve 1833'te onun Hyncice'den 25 kilometre uzaklıktaki Lipnik'te (Leipnik) daha iyi bir okula gönderilmesini sağladılar. Johann yeni okulda da başarılı olunca bir sonraki yıl, evinden 36 kilometre uzakta olan Opava'daki (Troppau) daha ileri düzeydeki *Gymnasium'a* (kabaca lise dengi bir okul) gönderildi.

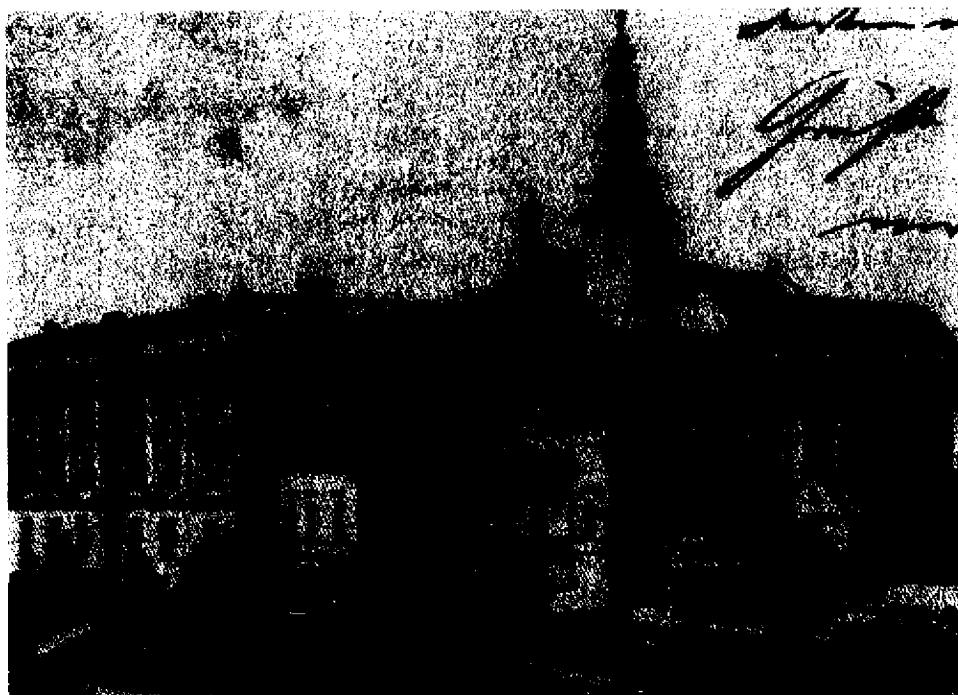
Johann'ı *Gymnasium'a* göndermek ailesi için kolay bir karar olmadı. Evlerini yapmak için alındıkları borcu ödemeyi sürdürülerlardı ve okulun ücretini karşılayabilmek için de çok sıkı tasarruf etmek zorundaydılar. Ayrıca, baba yaşlandığında çiftliğin idaresini oğulun devralmayacağı da kabul etmiş olacaklardı. Ama genç Mendel her şeye rağmen *Gymnasium'a* gitti ve anne babası ona mümkün oldukça ekmeğin ve yiyecek gönderdi. Johann eve sadece tatillerde kısa süreliğine geliyordu. Masraflarını karşılayabilmek için o da çaba gösterdi. Çok iyi bir öğrenci olduğu için okul arkadaşlarına ücret karşılığı ders verebiliyordu.

Sonraki birkaç yıl içinde, kötü hava yüzünden Mendel ailesinin hasatları iyi gitmedi ve parasız kaldılar. Genç Mendel çok makul bir karar aldı: Öğretmen olacak ve böylece bir yandan özel ders verip para kazanırken öğrenimine devam edebilecekti.

15 yıl sonra, bir iş başvurusu için üçüncü tekil kişi adını kullanarak yazdığı yaşamöyküsünde şöyle diyor- du: "Art arda gelen felaketler yüzünden ailesi eğitimini sürdürmesi için gereken harcamaları karşılayamayacak duruma geldi ve böylece altta imzası bulunan kişi henüz 16 yaşındayken kendi geçimini sağlamak durumunda kaldı. Bu nedenle, öğretmen adayları ve özel öğretmen- ler için Opava'da açılan yerel öğretmenler seminerine katıldı. Girdiği sınav sonucu verilen değerlendirmede de kendisinden övgüyle söz edilmesi üzerine, öğrenimi sıra- sında özel ders vererek kıt kanaat da olsa geçinebildi."

Opava'daki okulda, 1814 yılında kurulmuş ve zaman içinde sürekli geliştirilmiş bir doğa tarihi müzesi vardı. Müzenin kapsadığı konulardan biri olan meteoroloji Mendel'in ömür boyu ilgisini çekti. Mendel'in *Gymna- sium*'daki öğrenimi altı yıl sürdü. Üniversiteye devam

Gregor Mendel'in
1834 ile 1840 yılları
arasında okuduğu
Opava'daki okul.



etmek isteyen mezunlar, iki yıllık ek bir felsefe eğitimi almak zorundaydılar. Bu eğitim felsefe tarihi ve matematiği kapsıyor ve bir üniversitede bağlı bir enstitü ya da bağımsız bir Felsefe Enstitüsü tarafından veriliyor. Mendel'in gidebileceği en yakın enstitü Olomouc (Olmütz) kentindeydi.

Genç Mendel'in *Gymnasium*'dayken yazdığı bazı dizerler bugün elimizde. Mendel bu satırlarda, yazıya dökülmüş sözün gücünden övgüyle söz ediyor ve bilimsel bilginin dünyayı boş inançtan kurtaracağı inancını dile getiriyor. Ayrıca, bilimsel bilginin gelişmesine katkıda bulunmak istediğini belirtiyor.

Mendel *Gymnasium*'dan 1840 yılında, 18 yaşındayken mezun oldu. Öğrenimini sürdürmek istiyordu ama parasal açıdan kötü durumdaydı. Özel ders verecek öğrenci bulamadığından okul için gereken parayı kazanamadı. Yaşamı boyunca birkaç kez geçireceği hastahlıklarından ilki bu döneme rastladı. Hastlığın ayrıntıları bilinmiyor, ancak bugün ruhsal çöküntü olarak adlandırduğumız soruna benzeyen ve ertesi yıl evde ailesiyle geçirmesine yol açacak ölçüde şiddetli olduğu biliniyor.

Mendel kendi sözleriyle şöyle anlatıyor: "1840 yılında *Gymnasium*'dan mezun olduğunda en önemli derdi eğitimiini sürdürmek için gerekli imkânları sağlamak. Bu yüzden Olomouc'ta özel öğretmenlik için çeşitli başvurularda bulundu. Ama bir arkadaş çevresi ve kendisini tavsiye edecek kişiler bulunmadığından çabaları boş gitti. Umutlarının kırılmasından duyduğu üzüntü ve geleceğin endişe verici, karamsar görüntüyü onu o zamanlar o kadar etkiledi ki hastalandı ve iyileşebilmek için bir yıl ailesinin yanında yaşamak zorunda kaldı."

Çiftlikte çalışırken ciddi bir kaza geçiren babası ondan çiftliğin idaresini devralmasını istediyse de genç

Mendel hâlâ öğrenimini sürdürmek istiyordu. 1841 yılında Olomouc'taki Felsefe Enstitüsü'ne yazıldı. Üniversiteye gidebilmek için iki yıl burada eğitim görmesi gerekiyordu. Geçimini sağlamakta hâlâ zorlanıyordu ve ilk dönemin sınavları sırasında yeniden hastalandı. Ama matematik ve Latin felsefesinden yüksek notlar almayı başardı. Bir süre evine dönüp dinlendikten sonra Olomouc'taki enstitüye dönerek sonraki iki yılda öğrenimi ni tamamladı.

Bu arada Mendel'in ablası Veronica evlendi ve kocasiyla ikisi çiftliği devraldilar. Satış sözleşmesine göre genç Mendel'e öncelikle 100 altın florin verilecek, ayrıca sonunda rahip sıfatını kazanması ya da herhangi bir şekilde yaşamını bağımsız olarak kazanmaya başlaması koşuluyla okuduğu sürece de her yıl 100 florin verilecekti. (Geçimini hiçbir şekilde sağlayamaması halinde Mendel'e karşılıksız olarak barınma ve beslenme sağlanması da öngörülüyordu.) Rahip olma koşulu birkaç yıl sonra önem kazanacaktı. Kız kardeşi Theresa, evliliği için ayrılan ceyiz parasının bir kısmını Johann'a ve rerek ona yardım etti. Mendel duyduğu büyük şükranı çok sonraları Theresa'nın üç oğluna yüksek öğrenimleri sırasında destek sağlayarak gösterdi.

Başka bir önemli nokta da Mendel'in üniversitede felsefe, ahlak ve matematiğin yanı sıra fizik dersleri de almış olmasiydi. Dersi, bir Katolik rahipler tarikatına bağlı olan Profesör Friedrich Franz veriyordu. Franz ile Mendel'in karşılaşması iki yönden önem taşıyordu. Uzun vadede önemli olacak nokta fizik öğreniminin Mendel'i genelde dünyaya matematiksel bir yaklaşımla bakmaya ve özelde de etkisi çok yıllar sonra ortaya çıkacak şekilde bitkiler üzerinde çalışmaya yöneltmesiydi. Kısa vadedeki önemiyse Franz'la karşılaşmasının Men-

del'in belki de hayatının en önemli kararını almasında etkili olmasıydı.

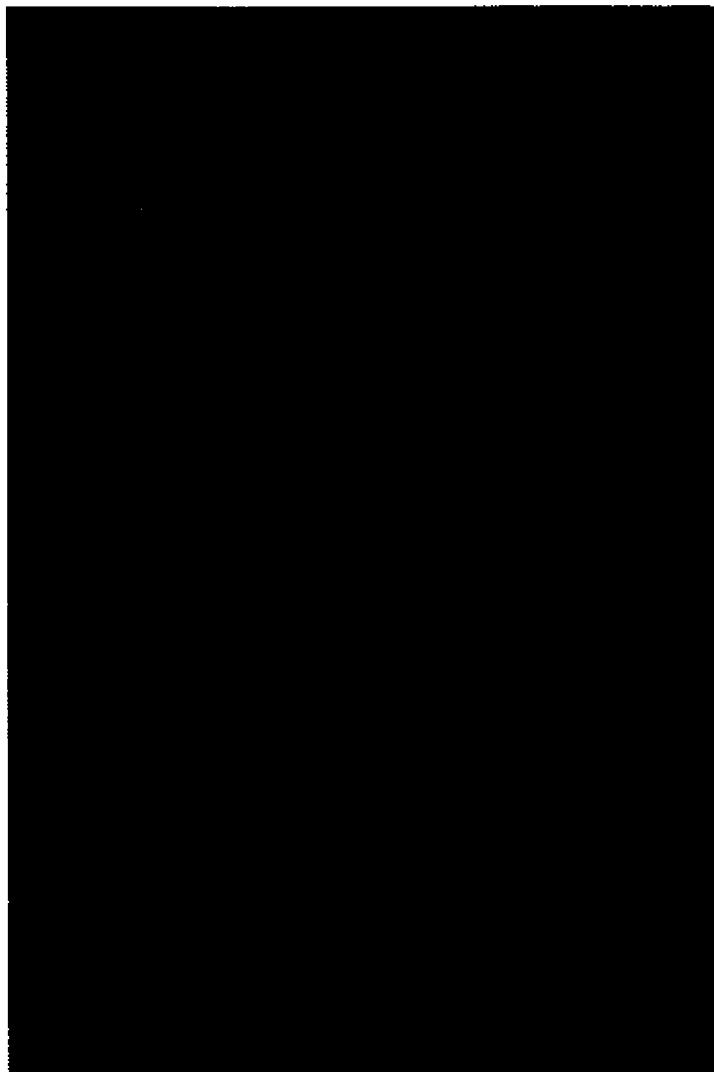
Mendel'in daha sonraları üçüncü tekil kişi adıyla yazdığı yaşamöyküsünde anlattığı gibi geçinme sorunu giderek büyülüyordu. Kendisi hakkında şunları söylüyor-du: "Bu baskiya daha fazla dayanması artık imkânsız hale gelmişti. Bu yüzden, felsefe eğitimini tamamladığında, kendisini bu ağır varoluş mücadeleinden kurtaracak bir sığınak bulmak zorunda hissetti. Başvurusu üzerine 1843 yılında Brno'daki Augustinusçu Aziz Thomas manastırına kabul edildi."

Manastırı başka birçok aday da başvurmuştu. Brno'daki başrahip F. C. Napp, Franz'dan aday olabilecek uygun kişiler tanıyorsa kendisine bildirmesini istemişti. Franz da tek bir kişiyi, Mendel'i önererek, onun için "iki yıllık felsefe öğrenimi süresince hemen her zaman en olağanüstü tezleri hazırladı" diyerek onu "çok sağlam kişilikli bir genç, benim dalmışkilerin de hemen hemen en iyisi" diye nitelendirmiştir. Franz, Mendel'in Çekçesinin biraz zayıf olduğunu ama bu dili öğrenmek için çaba göstermeye hazır olduğunu da eklemiştir. Çek-çeyi iyi bilmek önemliydi çünkü manastırda kullanılan asıl dil buydu. Mendel'se yörede kullanılan ikinci dil olan Almancanın konuşulduğu bir ailede büyümüştü. Franz'in tavsiyesi üzerine Mendel, adaylarla genelde yapılan mülakata gerek görülmeden manastır kabul edildi.

Mendel 7 Eylül 1843 tarihinde, 21 yaşındayken, rahip adayı olarak manastır girdi ve geleneğe uygun olarak kendine yeni bir ad seçti: Gregor. Bugün de onu bu adla biliyoruz.

Günümüzde çoğu kişi, rahip olarak manastır giren birinin dünya işlerinden elini eteğini çektiğine inanır.

1824 ile 1868 yılları arasında Brno'daki Augustinuscu manastırın başrahibi olan F. C. Napp Mendel'in ilk yol göstericisiydi. Napp Mendel'i doğa bilimleriyle ilgilenmeye teşvik etti.



Oysa Mendel'in yaşantısı oldukça farklıydı. Öncelikle artık, temel ihtiyaçlarını karşılamak için mücadele etmesine gerek yoktu. Rahiplik görevlerini yerine getirdikten sonra kendi çalışmaları için boş zamanı kahiyordu. Ayrıca rahiplik görevleri de sınırlanmıştı. Manevi destek vermek için, yakındaki bir hastanede yatan hastaları ziyarete gittiğinde çok sarsılıp rahatsızlandılarından

manastırın başrahibi F. C. Napp, onu bu ve benzeri görevlerden affetmişti. Mendel manastırındaki ilk yılında, üstlerinin istekleri doğrultusunda klasik dersleri okudu. Daha sonra zamanının çoğunu doğa bilimlerine ayırmayı imkânını buldu. Bu alana, tanındıkça daha da derinleşen özel bir ilgi duyduğunu söylüyordu.

Ayrıca Brno manastırı, birçok benzeri gibi, doğa bilimleri üzerine çalışmayı görece kolaylaştırın bir entelektüel faaliyetler merkezi durumundaydı. Yöredeki ailelerin cömertçe para ve mülk bağışında bulundukları manastırın büyük bir kütüphanesi vardı. Manastır büyük mülk sahiplerinden olduğu için eyalet meclisinde de sandalye sahibiydi ve bu da gücünü artırıyordu. 14. yüzyılda kurulduğunda Brno kentinin merkezinde yer alan manastır o zamanlar iyi bilinen Kara Meryem tablosuna sahip olduğu için de ünlüydü. Söylenceye göre resim havarilerden Luka tarafından yapılmıştı ve doğaüstü güçlere sahipti. 17. yüzyılda manastır 42 rahibi barındıracak şekilde genişletildi ve büyük bir kütüphane kuruldu. Ancak 18. yüzyılda, imparator II. Joseph'in (1780-90) kiliseye karşı düşmanca tutumu yüzünden bir sarsıntı yaşadı. Bu dönemde birçok manastır kapatıldı. Brno'daki kapatılmadıysa da, rahipler kent merkezindeki binalarını terk ederek şehrin biraz dışındaki başka bir mekâna taşınmak zorunda kaldılar. Bina harap durumdaydı ve rahipler onarım masrafını karşılayamamak için borca girdiler. Buna rağmen, kentin ve ülkenin entelektüel yaşamında etkin olmayı sürdürdüler. Zaman geçtikçe manastırın gücü ve etkisi arttı. Yöneticisine, o zamanlar pek sık yapılmayan bir uygulamayla başrahip unvanı verildi. Yörenin ileri gelen aileleri manastırın önemli miktarda toprak bağışladılar ve böylece mal varlığı giderek büydü.



Eski Brno'daki
Kraliçe Manastırı
1873 yılında
Augustinusçu
tarikatın mekâni
oldu. Bu resim
yapıldığı sırada
Mendel de
manastırda
yaşıyordu.

Manastırda rahipler çoğu iki odalı olan iyi döşenmiş
dairelerde kalıyorlardı. Gün erken başlıyor, rahipler sa-
bah ayini ve duaya katılmak için saat 6'da kalkıyorlardı.
Çoğu yöredeki kiliselerde çalışmaya ya da öğretmenlik
yapmaya gidiyordu. Gitmeyenler kütüphanede çalışabi-
liyor, eğer ihtiyaçları olan bir kitap mevcut değilse ki-
tапçыya ya da yayımcıya sipariş edebiliyorlardı. Mendel
adaylık döneminden sonra da zorunlu olan ilahiyat ve
felsefe üzerinde çalışıyordu ve seçmeli ders olarak doğa

bilimlerini almıştı. İlahiyat öğrenimine bir yıl süren adaylık döneminden sonra başladı. O yıl boyunca, zorunlu olan tarımbilim derslerine ve Brno Felsefe Enstitüsü'nde verilen elma ve üzüm yetiştirciliği derslerine katılmıştı. Verimi artırmak için, bitkilerin daha fazla ürün veren cinsleriyle yapay olarak nasıl döllenenebileceğini öğrenmişti. Yüksek verimli bitkiler, düşük verimli bitkilere göre dönüm başına daha fazla ürün verir. Manastırda, Mendel ve diğer rahiplerin çalışmalarında yararlanabilecekleri botanik ve mineral koleksiyonları da vardı. Mendel çalışmaları süresince üç sınavı takdirle geçti.

Manastırın birçok mensubu Brno'daki Felsefe Enstitüsü'nde ya da lisede öğretmenlik yapıyordu. Bunlar arasında yer alan başrahip Napp manastırın kütüphanesinin kataloğunu hazırlamanın yanı sıra İncil yorumu ve doğu dilleri dersleri de veriyordu. Bazı rahipler de birkaç yıl geçince, üniversitelerde öğretmenlik yapmak üzere manastırda ayrılmışlardı. Örneğin Friedrich Knapp daha sonra, fizik öğretmeni olarak Olomouc'a gitmişti. Anton Keller adındaki bir rahip, değişik kavun çeşitlerinin yetiştirilmesi konusunda bilimsel yazılar yayımlamıştı. Anton Thaler adlı bir başkası deney bahçesinde nadide bitkiler yetiştirmiyordu. Bu bahçeyi sonraki yıllarda Mendel devralacaktı. Dolayısıyla, Mendel rahip olduğunda zamanın en önemli bilimsel ve entelektüel akımlarını izleme imkânını da elde etmişti.

Rahip adayları manastırda, tarıma ilgili birkaç cemiyetin etkin bir üyesi olan Anton Keller'in gözetimi altındaydı. Keller, altı değişik kavun çeşidinin farklı özelliklerini tanımlayan bilimsel bir makale yayımlamıştı; aynı zamanda yeni meyve ağacı ve palmiye çeşitleri yetiştirmenin ekonomik yönleriyle de özellikle ilgileniyordu.

Böylece Mendel daha en baştan tanınmış bir tarım uzmanıyla çalışmaya başlıyordu.

Mendel manastırın ve rahiplerinin kendisine sağladığı yararların değerini biliyordu. "Herhangi bir çalışma yapabilmek için çok yararlı olan" güvenliği elde ettiğini yazmıştı. Manastırın küçük botanik ve mineral koleksiyonu üzerinde çalışıyordu ve tanidıkça daha da derinleşen özel bir ilgi duyduğunu söylediği doğa bilimlerine geniş zaman ayırabiliyordu.

Ancak manastır siyasi etkilerden hiç zarar görmüyordu değildi. 1848 yılında Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'nda, yurtaşlık haklarının genişletilmesi ve feodal işçiliğin kaldırılması gibi yenilikler talep eden devrimci bir hareket ortaya çıktı. Mendel, sonunda bastırılan bu hareketten pek fazla etkilenmediyse de, tüm yurtaşlar için, özellikle de eski yönetim sırasında manastırı girdikten sonra bütün yurtaşlık haklarını kaybeden rahipler için daha geniş hak ve özgürlükler isteyen bir dilekçeyi imzalamıştı. Dilekçede "coşkun özgürlük çağrısında" dini tarikatların üyelerine hiç yer verilmediği, bunların "zorunlu bir yalnızlığa" itildiği belirtiliyor, rahiple re "hür, bütünleşmiş ve bölünmez bir vatandaşlık" tanınması isteniyordu.

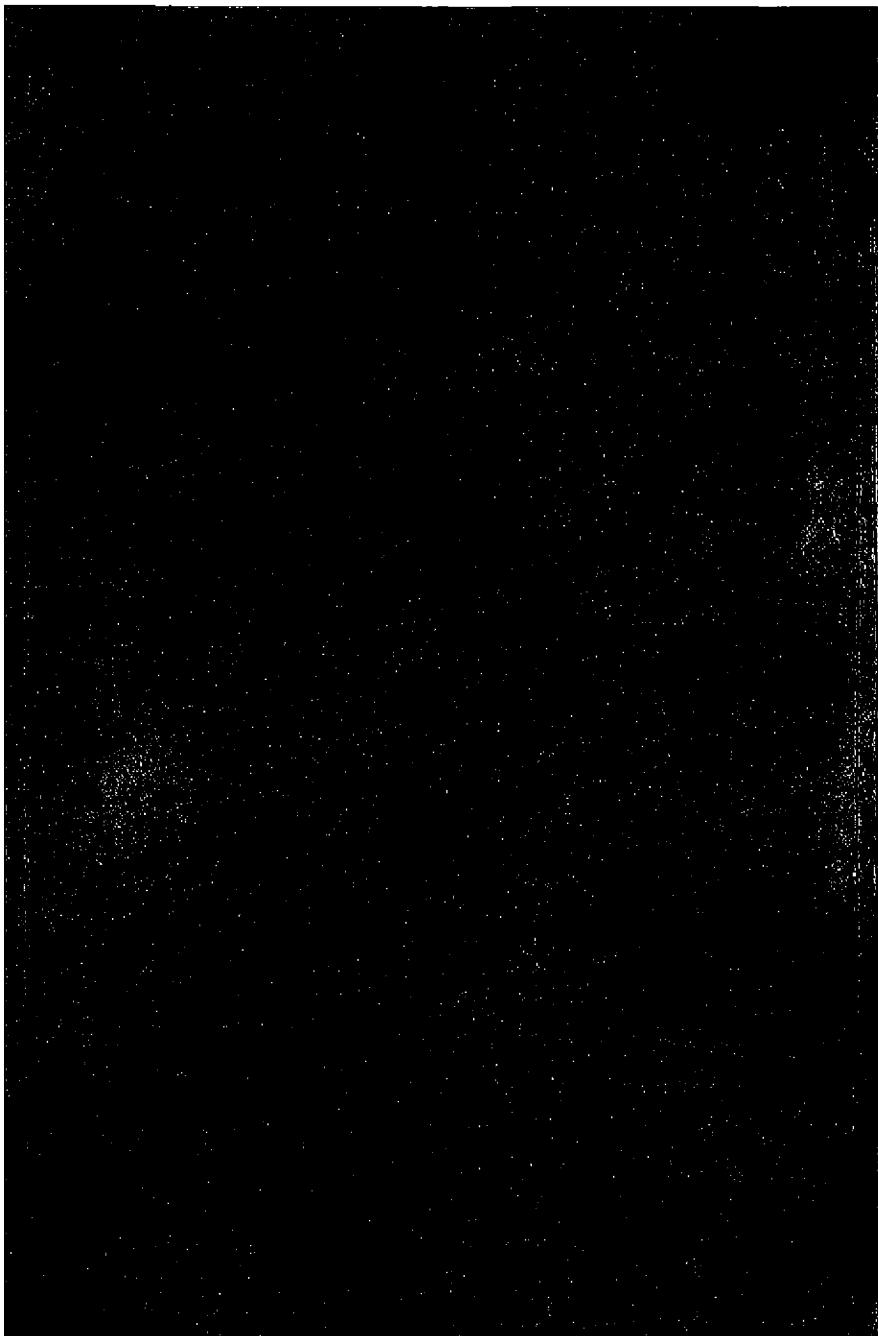
Mendel dilekçeyi belki de manastırındaki bazı görevlerinden memnun olmadığı için imzalamıştı. Rahip sıfatını kazandığında kendisine verilen görevlerden biri de yöredeki hastanede yatan hastalara manevi destek vermekti. Bu görevden hoşlanmamasının başlıca sebebi doğa bilimleri üzerine çalışma özgürlüğünü kısıtlamasıydı. Bu yükümlülükten kurtularak öğretmen olmanın ve böylece bilimsel çalışmalarını sürdürmenin bir yolunu bulmaya çalışıyordu. Mutsuzluğu onu bir aydan uzun süre yatağa bağlayan bir hastalığa yakalanmasına yol

açtı. Yaşıdığı gerginlikten dolayı yeniden bir ruhsal çöküntü yaşıyor gibiydi. Yaklaşık Brothers of Mercy hastanesinden bir hemşirenin bakımı altında tutulmak zorunda kaldı ve bu da manastırda oldukça büyük bir parasal yük getirdi.

Mendel için beklediği fırsatı yaratan, yakındaki bir köy olan Znojmo'daki (Znaim) okulun 7. sınıfı klasik dersler ve matematik okutacak bir öğretmen talep ettiğini bildirmesi oldu. O zamana kadar sadece ilk altı sınıfta eğitim veren okulun genişleme kararını alması üzerine yeni öğretmenlere ihtiyacı olmuştu. Başrahip Napp'ın tavsiyesi üzerine, o zamanlar bütün öğretmenlerden istenen resmi üniversite belgesine sahip olmamasına rağmen Mendel Ekim 1849'da bu görevde getirildi. O kadar parasızdı ki, başrahip tarafından sağlanan harçlıktan kendisine avans verilmesini istedi. Yoksulluğunun bir göstergesi, çamaşırhaneye verecek parası olmadığı için kırli giysilerini yıkamak üzere eve göndermesiydi.

Başrahip Napp'ın Mendel'i öğretmen olarak görevlendirdiği yazında şöyle deniyordu: "Adı geçen yüksek öğrenim öğrencisi rahip münzevi bir hayat yaşamakta olup, alçakgönüllü, erdemli, dinine bağlı bir kişi olarak şartlara tamamen uygundur." Yazında şöyle devam ediliyordu: "Kendisi bilimsel çalışma alanında çok gayretli olmakla birlikte, bir cemaat rahibi olarak görev yapmak için çok uygun değildir. Hasta ziyaretine gittiğinde ya da acı çeken birini gördüğünde üstesinden gelemediği bir sıkıntıya kapılmaktadır. Bu zaafının kendisini ciddi biçimde hasta etmesi üzerine bu tür görevleri üzerinden almayı gereklî gördüm." Mendel ise daha sonraları "bu karara memnunlukla uyduğunu" yazmış ve şöyle demişti: "[Mendel'in] kederli gençliği, ona yaşamın ciddi yüzünü gösterdi ve çalışması gerektiğini erkenden öğretti.

■ Gregor Mendel



Başrahip Napp'in Piskopos Schaaffgotsch'a yazdığı, Mendel'in sağlığının kilise görevleri için uygun olmadığını ve Znajma'daki ortaokulda matematik ve edebiyat öğretmenliği görevine getirildiğini belirten mektubun taslağı.

[Manastırdayken] güvenli bir ekonomik konumun meyvelerini tatmasına rağmen kendi yaşamını kazanma istediği içinde hep canlı kaldı."

Mendel'in öğretmen olarak kazandığı para işine yaradı gerçekten de. Günleri yoğun geçiyordu. Okulda, haftada toplam 20 ders olmak üzere Latince, Yunanca ve matematik öğretiyordu. Aylığı 360 guldendi. Okul müdürüünün günümüze kalan bir yazısında, Mendel'in kısa zamanda ders konularını öğrendiğini ve öğretimle ilgili temel becerileri kazandığı belirtiliyor. Müdürün bir değerlendirme yazısında da Mendel'in "canlı ve kolay anlaşılır öğretme yöntemi"nden övgüyle söz edilecek, onun ağır programın üstesinden gelmeyi başardığı anlatılıyor.

Öğretmenliği sürdürbilmek için Mendel'in devletin düzenlediği bir sınava girmesi gerekiyordu. 1850 yılında, 28 yaşındayken, öğretmenlik mesleğinin resmen onaylanması için zorunlu olan bu sınava girdi ama başarılı olamadı. Bu sonuç sebepsiz değildi. Sınavı giren öğretmenlerin çoğu bir yüksekokul ya da üniversitede birkaç yıl süren tam gün öğrenim görerek gerekli bilgiyi kazanmışlardı. Mendel ise bir yandan haftada 20 saat ders verip öğrencileriyle ilgilenir ve derslerini hazırlarken diğer yandan öğrenimini sürdürmek zorunda kalmıştı. Zeki olmasına rağmen sınav için yeterince hazırlıklı değildi.

Sınavın ilk bölümünde Mendel biri jeoloji, öteki havanın özellikleri ve rüzgârin sebebi hakkında iki yazı yazmak zorundaydı. (Jeoloji konusunda açıklaması istenen şuydu: "Suyla oluşan ve ateşle oluşan kayalar arasındaki差别ica farklılıklar ve Neptünsel katmanların差别ica çeşitlerinin seri numarasıyla yaşlarına göre ayırtılı dökümü.") Her iki konudaki eğitimi de pek iyi ol-

mayan Mendel yazıları, bir yandan öğretmenliği tüm yüküyle sürdürürken, sekiz hafta içinde yazmak zorundaydı.

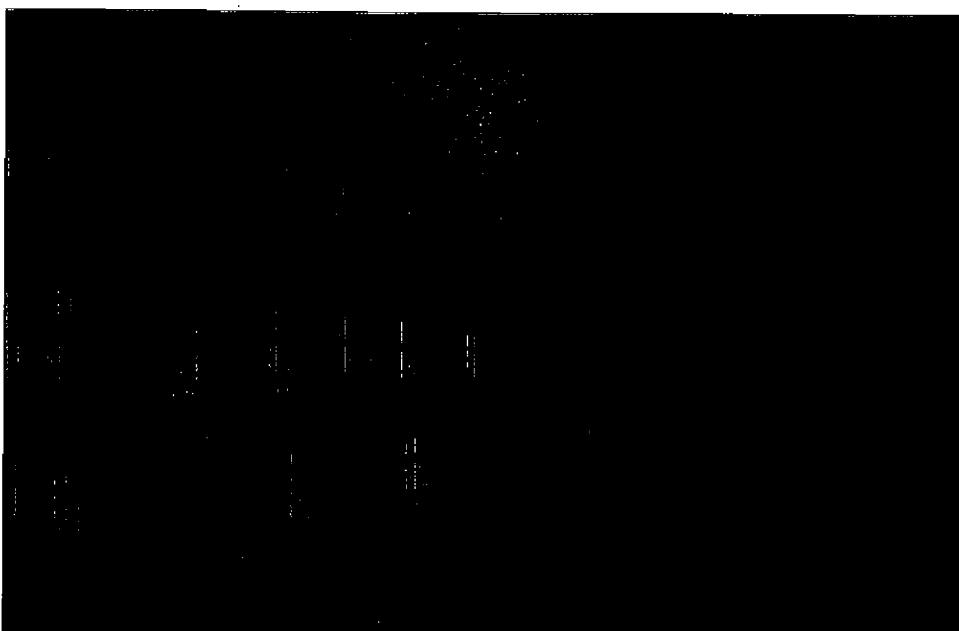
Rüzgârlarındaki yazısı sınavı geçmişti. Profesörün değerlendirmesi söyleydi: "aday söylemek istediklerini parlak bir şekilde olmasa da bilimsel olarak ve genelde doyurucu bir biçimde anlatmıştır." Ancak jeolojiyle ilgili yazısı, Mendel'in geçerliliğini kaybetmiş başvuru kaynakları kullandığı ve önemli konuları yeterince ayrıntılı tartışmadığı gerekçesiyle reddedildi. (Bununla birlikte Mendel çok ilginç noktalar üzerinde durmuştu. Charles Darwin'in evrim kuramını ortaya atmasından sekiz yıl önce yazdığı bu yazıda dünyanın ilk zamanları hakkında şunları söylemişti: "Bitkiler ve hayvanlar çoğaldı, yaşam çeşitlendi; ilk canlıların bir kısmı yenilere ve daha kusursuz olanlara yer açılması için yok oldular." Dünnyaya ilgili olarak söyle diyordu: "Ateşi yanmaya ve atmosferi hareket etmeye devam ettiği sürece yaratılışın tarihi de sona ermeyecektir.")

Mendel, sınavın ikinci aşaması için Viyana'ya gitti. Yine sorunlar yaşadı çünkü Viyana'ya planlanan tarihten daha geç ulaşmıştı ve ağustosun ortası olduğu için sınavı uygulayacak kişiler tatil hazırlamanın telaşı içindeydi. Sınavın fizikle ilgili bölümünde Mendel, çelik bir çubuktan nasıl mıknatıs yapılabileceğini anlatarak manyetizma konusunda bir yazı yazacaktı. Yazıyı değerlendiren iki profesör yeterli bulduklarını bildirdiler. Sınavın ikinci bölümünde Mendel memeliler hakkında bir yazı yazarak insanlık için yararlı olan hayvanlardan örnekler verecekti. Bu yazısında da sınavın sözlü bölümünde başarılı olamadı ve bir yıl sonra yeniden sınava girmesi istendi. Mendel öğretmenlik mesleğinin sona erdiği korkusuyla Brno'ya geri döndü.

Eğer Mendel öğretmenlik sınavından geçseydi büyük bir ihtimalle Znojmo *Gymnasium*'unda kalacaktı ve belki de yaşamı tümüyle farklı olacaktı. Ortaokul öğrencilerinin birkaç kuşağı mükemmel bir öğretmene sahip olurdu belki ama bilim, Mendel bitki araştırmalarını yapmak için zaman bulamayabileceğinden, önemli bir kâşiften yoksun kalabilirdi.

Mendel'e öğretmenlik sınavını geçmesi için yeni bir fırsat tanımak üzere başrahip Napp onu doğa tarihi öğrenimi görmesi için Viyana Üniversitesi'ne gönderdi. Mendel, 1851 yılında girdiği üniversitede kendisi için çok büyük bir ilerleme dönemi olan iki yıl geçirdi. Napp, tavsiye mektubunda şöyle demişti: "Peder Gregor Mendel'in cemaat rahibi olarak çalışmaya uygun olmadığı anlaşılmakla birlikte kendisi doğa bilimleri alanında olağandışı zihinsel yeteneğe sahip ve dikkat çekici düzeyde çalışkan olduğunu göstermiştir. Bu alandaki

Mendel'in
1851-1854 yılları
arasında gittiği
Viyana Üniversitesi.





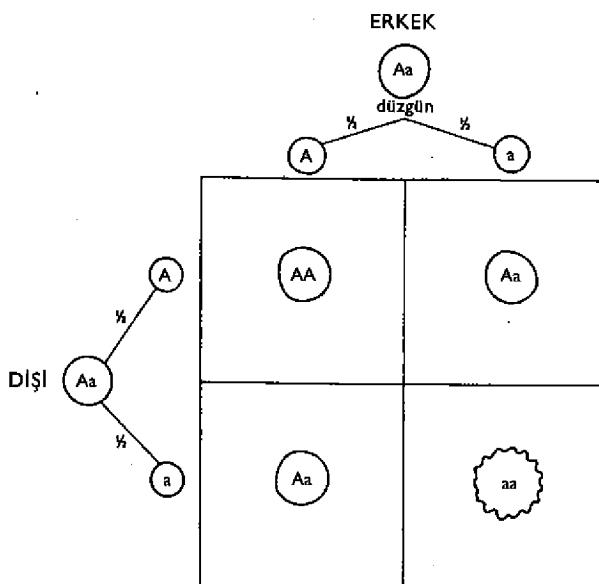
Botanikçi Karl Wilhelm Nägeli hücre bölünmesi ve ozmoz üzerinde araştırmalar yapmıştır. Mendel'le birbirlerine bilimsel yazıtlarını ve deneyleriyle ilgili notlarını göndermişlerdi.

övgüye değer bilgisi. Kont Baumgartner tarafından da fark edilmiştir. Ancak bu yeteneklerinin tam anlamıyla gelişebilmesi için, öğrenimi açısından bütün fırsatlara kavuşacağı Viyana'ya gonderilmesi gerekli ve uygun görülmüştür."

Mendel'in üniversitedeki özel yaşamı hakkında fazla bilgi yok. Parası匮乏 ve öteki öğrencilerden 10 yaş büyüktü. Dolayısıyla muhtemelen, pek fazla sosyal hayatı yoktu. Üniversitedeki çalışmalarını sürdürürken bir yandan da rahipler görevlerini yerine getiriyor, düzenli olarak ayın yönetiyordu. O günlerden bize sadece iki mektubu ulaşmış. Birinde, çamaşırhanenin 12 tane gömleğini kaybetmesi nedeniyle bir arkadaşından yeni gömlek satın almak için yardım istiyor. Ötekinde ise anne ve babasına sağlığının yerinde olduğunu, durumunun iyi olduğunu ve çok çalıştığını anlatarak, "bundan sonrasına zaman gösterecek" diyor. Ayrıca, Avusturya İmparatoru'na yönelik bir suikast girişiminden de kızgınlıkla söz ediyor.

Mendel üniversitede, bitki fizyolojisi ve hücrebilim konularında uzman olan Franz Unger'in de aralarında bulunduğu, zamanın önde gelen bazı bilim adamlarıyla tanıştı. Daha sonraları uzun yıllar yazıştığı ünlü bitki uzmanı Karl Nägeli'yi bu sırada tanıdı. Mendel hakkında bildilerimizin çoğunu Nägeli'ye yazdığı mektuplara borçluyuz.

Mendel'in önemi zaman içinde ortaya çıkan başka bir tanışıklığı da Fizik Enstitüsü başkanı ve üniversitenin deneysel fizik profesörü Christian Doppler'le olandır. Doppler günümüzde Doppler etkisini buluşuya anlıyor. Bu olguya, dalganın kaynağıyla gözlemci arasındaki mesafe değişikçe ses, ışık ve öteki dalga biçimlerinin frekanslarında gözlemlenen değişiklik olarak açıklayabiliriz.



İki melez, düzgün taneli bezelye bitkisinin çaprazlanması. İki bitki de (F_1 kuşağı) bir baskın, bir çekinik alel veriyor. Ortaya çıkan kuşakta (F_2) baskın özellikler de çekinik özellikler de görülebiliyor.

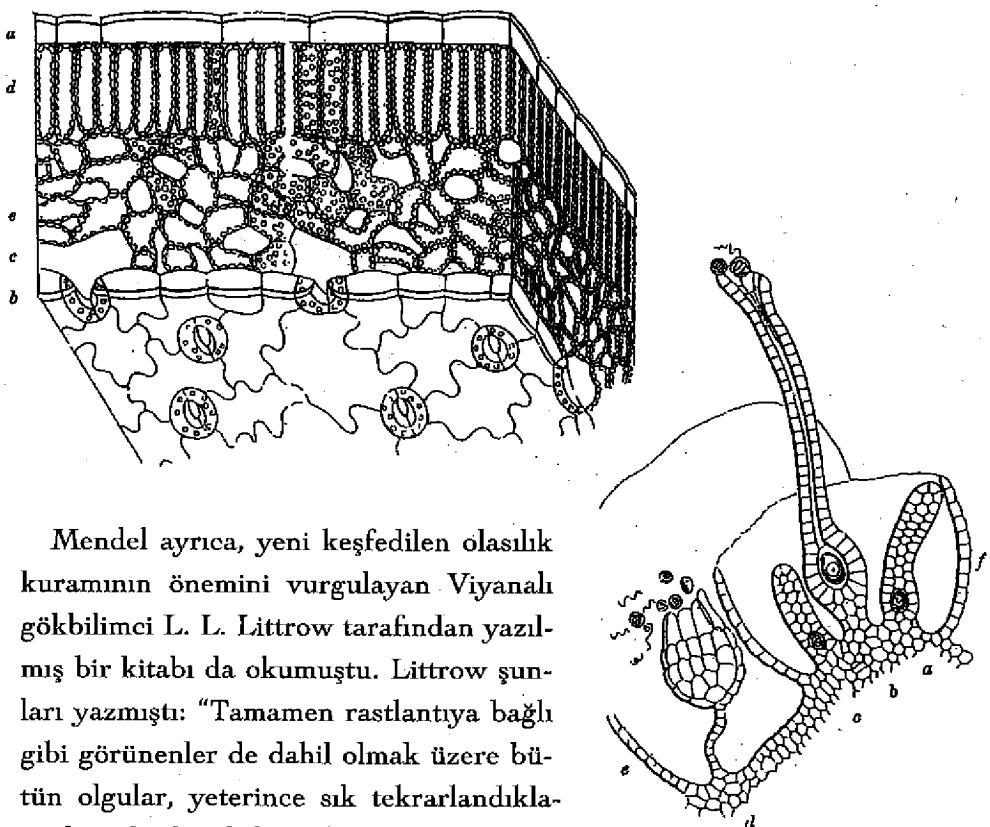
Şimdi olduğu gibi o zamanlar da fizik, matematiğin çok önemli rol oynadığı bir bilim dalliydi. Mendel'in Doppler ve Fizik Enstitüsü'ndeki diğer öğretmenlerle tanışması onun doğa olaylarının matematisel analiziyle de tanışmasını sağladı. Aldığı öteki dersler arasında meteorolojinin istatistiksel ilkeleri ve permütasyon ve kombinasyon gibi konularla ilgilenen kombinasyon analizi de vardı. Permütasyon ve kombinasyon, bir küme içindeki sayıların kaç farklı şekilde düzenlenebileceğinin araştırılmasıdır.

Mendel'in Franz Unger'den öğrendikleri de gelecek açısından önem taşıyordu. Unger, eski jeolojik oluşumlarda bulunan örnekleri inceleyerek ve modern türlerin gelişimini izleyerek, tarihsel bakış açısından bitkilerin gelişimi konusunda ders veriyor, ayrıca melez bitkiler üzerinde çalışıyordu. O da zamanın genelde kabul gören görüşüne, iki bitkinin bir melez - F_1 kuşağı- yaratılmak üzere çaprazlanmasıyla, birörnek bitkiler üretileceğine inanıyordu. Melez F_1 kuşağı bitkiler birbirleriyle

çaprazlandığında ise, ortaya çıkacak F2 kuşağının başlangıçta ilk çaprazlanan türlerin veya soyların özelliklerini taşıyacağı düşünülmüyordu. Unger çalışmalarını hakkında yazdığı yazında, atasal türlerin ikisiyle de benzerlik taşıyan F2 kuşağı bitkilerin yüzdesi hakkında bilgi vermedi. Bu yüzdenin önemli olmadığı düşünülmüyordu ve biyologlar da böylesi matematiksel terimlerle çalışmaya alışkin değillerdi.

Mendel Unger'den deneysel araştırmanın yeni yöntemlerini öğrenmişti. Unger'in etkilendiği J. M. Schleiden şöyle diyordu: "Botanik biliminde, bitkinin tek tek hücrelerindeki değişikliklerin bir işlevi olarak bitkide meydana gelen oluşum süreçlerini açıklamayı hedef almayan her varsayım ve her çıkarım reddedilmelidir." Yani, güncel terimlerle söylesek bir araştırmada, bitki hücrelerinin genetik yapısı ve bu hücrelerde zaman içinde meydana gelen değişiklikler incelenmelidir. Mendel daha sonraki araştırmalarını Schleiden'in kuralına göre yürütmüştür.

Unger bitkinin "yapay bir kimya laboratuvarı ve fiziksel güçlerin etkileşimi için en ustaca düzenlemeye" olduğunu yazmıştı. Türlerin sürekliliği düşüncesini reddederek, sürekli bir değişim süreci yaşandığını söylemişti. "Bitkilerin permütasyonuyla yeni kombinasyonlar ortaya çıktığını, bunların türün daha önceki özelliklerini taşımadan ve yeni bir tür gibi gözüken belli kombinasyonlara indirgenebileceğini kim inkâr edebilir?" diyordu. Unger, yeni bitki çeşitlerinin ortaya çıkışında henüz açıklanamamış bir düzen olduğunu fark etmişti. Bu nın ve sebebinin bir gün bilimsel araştırmaya ortaya çıkarılacağına inanıyordu. Unger bilimsel çalışmaları dışında da cesur siyasi görüşlere sahipti ve muhaliflerinin agnostik ve sosyalist olarak nitelendirdiği düşüncelerinden dolayı saldırılara hedef olmuştu.



Mendel ayrıca, yeni keşfedilen olasılık kuramının önemini vurgulayan Viyanalı gökbilimci L. L. Littrow tarafından yazılmış bir kitabı da okumuştu. Littrow şunları yazmıştı: "Tamamen rastlantıya bağlı gibi görünenler de dahil olmak üzere bütün olgular, yeterince sık tekrarlandıklarında, sabit bir ilişki eğilimi sergilerler ve genelde çok basit bir kurala dayalıdır. Eğer bu kural yeterince kesin olarak belirlenebilirse, o olgunun gelecekteki durumu da öngörülebilir." Doğadaki birçok olgunun matematiksel terimlerle açıklanabileceğini belirten bu saptama Mendel'in gelecekte birçok bitkiyle yapacağı ve genetiğin yasalarının temelini atacak deneylerde yol gösterici olacaktı.

Mendel Viyana'daki çalışmalarını tamamladıktan sonra 1853 yılı Temmuz ayı sonunda Brno'ya geri döndü. Doğa tarihi öğretmeni olabilmek için gerekli sınava girmemesine rağmen 1854 yılı Mayıs ayında öğretmenliğine yeniden başladı. Yeni açılan bir *Realschule*'de (lise) onun için doğa tarihi ve fizik öğretmenliği kadrosu oluşturulmuştu.

Franz Unger'in
Botanische Briefe
(Botanik Mektupları)
adlı kitabından
çizimler.

Üstte: yaprağın
hücre yapısı.
Altta: bitkide döllenme, (b) bitkinin dışı
organı ve yumurta
hücresi, (d) çiçektozu
üreten bölüm ya da
erkek üreme organı.

İyi bir öğretmendi. Öğrenci sayısı 62 ile 109 arasında değişen kalabalık sınıflara ders veriyordu. Haftada en az 18 saat ders veriyor, bu sayı 27'ye kadar çıkabiliyordu. Ayrıca okulun doğa bilimleri koleksiyonunun yönetiminden de sorumluydu. Uzun yıllar sonra Mendel'in eski öğrencileriyle konuşan bir biyografi yazarı hepsinin onu insaflı, nazik, adil ve iyi öğreten bir öğretmen olarak övgüyle andıklarını belirtiyor. Öğrencileri Mendel'in fiziksel görünümünü de şöyle anlatıyor: "Orta boylu, geniş omuzlu, biraz kilolu, başı büyük ve alnı geniş, mavi gözleri altın çerçeveli gözlüklerinin ardından dostça parlayan bir adam. Hemen her zaman rahiç giysileriyle değil, öğretmen olarak görev yapan Augustinusçu tarikat üyelerinin giydiği sade kıyafetle görülürdü: genellikle kendisine büyük gelen bir frak ceketi ve paçaları çizmelerinin içine sokulmuş kısa pantolon."

Öğrencileri onu seviyordu. Bir tanesi Mendel'i "içten sesi, adaletli ve vicdan sahibi oluşu, nezaketi ve gülümseyışı" ile hatırladığını söylüyordu. Yıllar sonra bir öğrencisi onu belleğinde, "öğrencilerinin önünde durmuş onlara son derece dostça bakarken" canlandırıyor. Başka bir öğrencisi ise şöyle diyor: "Öğrencileri onun öğretme yöntemini çok beğeniyordu. (....) Onun öğretmek için şiddete başvurmasına gerek yoktu. Gerektiğinde dostça açıklamalarla desteklediği berrak ve açık anlatımı tüm dinleyenlerin her şeyi anlayabilmesini sağlıyordu. Öğretmenlik görevinden o derece zevk alıyor ve her konuyu o derece anlaşılır ve ilgi çekici anlatıyordu ki, derslerini her zaman iple çekiyorduk."

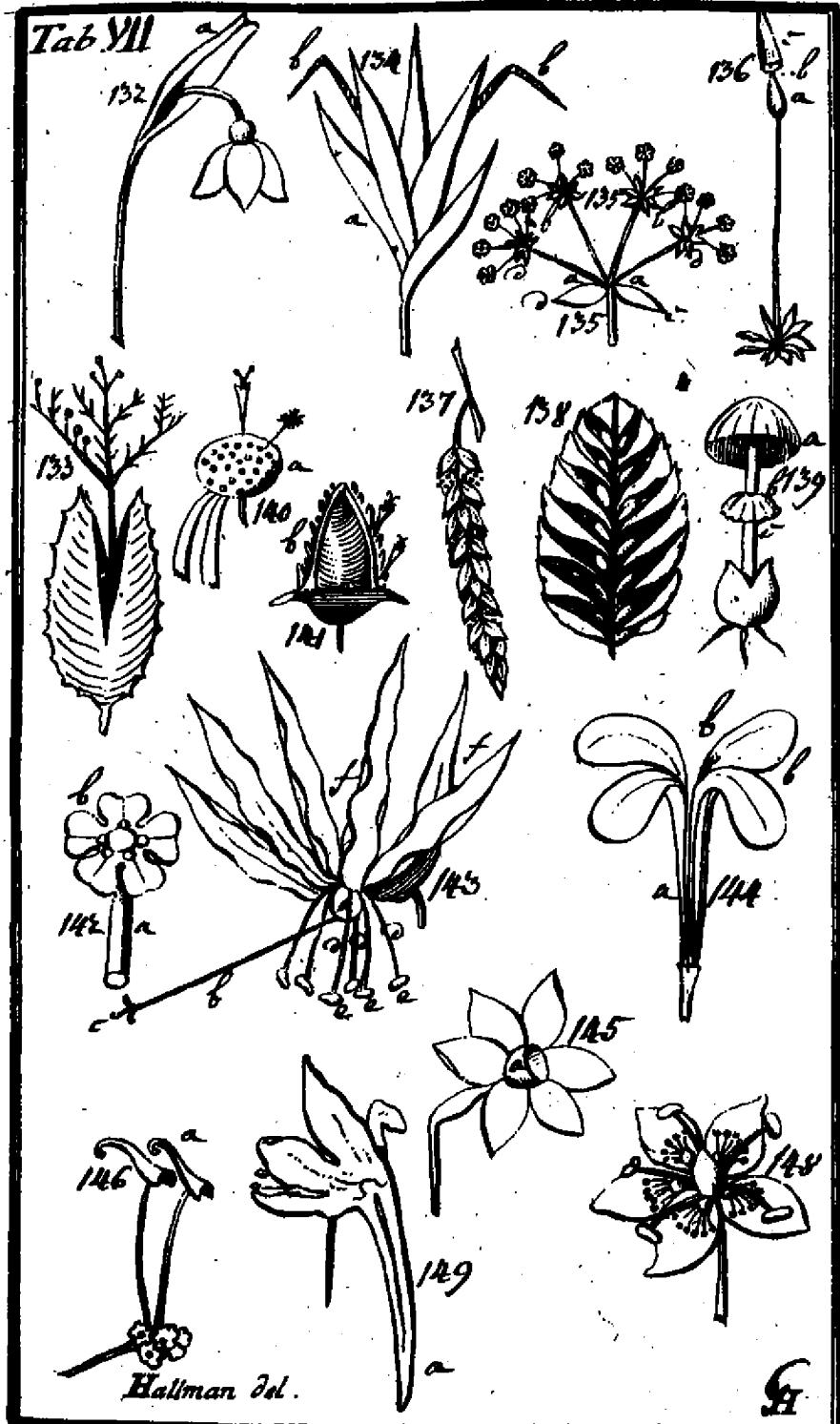
Mendel anlayışlı ve sabırlı bir öğretmendi. Öğretim yılının sonunda, düşük not alan öğrencilerine yeniden sınava girmek isteyip istemediklerini sorardı. Sonra, öğrencilerden birbirleri için soru hazırlamalarını isterdi.

Öğrenciler soracakları bir şey olursa ya da özel ders istiyorlarsa manastırın bahçesinde onu ziyaret edebiliyorlardı. Sınıfta sözlüye kaldıracağı öğrencileri rastlantıya dayalı bir yöntemle seçerdi. Not defterinden rasgele bir sayı, örneğin 12'yi seçer ardından, "iki kere 12 eşittir 24, 24 artı 12 de eşittir 36" diyerek numarası 36 olan öğrenciyi sözlüye kaldırırırdı.

1855 yılında Mendel öğretmenlik sınavına girmek için bir kez daha başvuruda bulundu. Sınavın bir bölümünde Brno'da, geri kalan bölümüğe de Viyana'da girdi. Viyana'da sınavın yazılı bölümü sırasında yeni bir ruhsal çöküntü yaşayarak birinci soruyu cevaplandırdıktan sonra hastalandı ve sınavın geri kalan kısmını tamamlayamadı. Uğradığı bu ikinci başarısızlık da Mendel'i öğretmenlik yapmaktan alıkoymadı. Önceki konumunda uzun yıllar öğretmenliğe devam etti. Ama bu durumda normal öğretmen maaşının ancak yarısını alabiliyordu.

Mendel'in öğretmenlik belgesi alamaması uzun vade de bir bakıma önemli oldu. Çalışmalarını Viyana'da sürdürme ve böylece kalitim araştırmalarında önem taşıyacak bilim adamları ve yöntemleriyle tanışma imkânı buldu. Bir yandan öğretmenliğe devam ederken, biyolojinin en temel ve en önemli sorularından birine yönelik bitki yetiştirmeye deneylerine başladı. Bu soru şuydu: Kalitim yoluyla ne geçer ve bu nasıl olur? Mendel'in bitkilerinden elde ettiği cevaplar yeni bir bilim dalının temelini atacaktı.

Tab. VII



Carolus Linnaeus'un 1751 yılında yayımlanan *Philosophia Botanica* (Botanik Felsefesi) kitabı için yaptığı çiçek çizimleri.

Mendel Bitkilerle Deneylerine Başlıyor

Mendel 1853 yılında Viyana'dan Brno'ya döndüğünde, kalıtım üzerinde bir araştırma programı başlatmak için plan yapmıştı bile. Daha sonraları yazlarında şöyle demişti: "Eğer daha başlangıçta, tartışmalı sonuçlara varma tehlikesini önlemek istiyorsak bu çeşit deneylerde kullanacağımız bitki grubunu çok dikkatli seçmeliyiz."

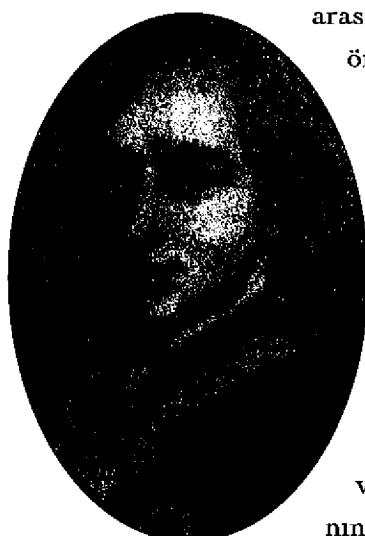
Mendel araştırmasında henüz yeni sayılabilcek bir buluştan yararlanmıştı. Bu, bitkilerin de bir cinsiyeti olduğunu söyleydi. O zamana kadar uzun süre bitkilerde çiçeklenme ve üremenin kendiliğinden olduğuna inanılmıştı. Bu görüşü değiştiren ilk ve en önemli adım 18. yüzyılda yaşayan bilim adamı Carolus Linnaeus'un, türün saptanmasında bitkilerin cinsiyetini temel alan yeni bir bitki türleri sınıflandırma sistemi geliştirmesi oldu. Linnaeus ayrıca melez bitkileri de tanımlamıştı. (Mendel öğrencilerine, çoğu zaman basit sokak diliyle, bitkilerin üremesini anlattığında bazıları kıkırdardı. O ise, "Aptalca davranışmayın, bunlar doğal şeyler." derdi.)

18. yüzyılın sonlarına doğru, Joseph Kölreuter adında bir Alman bilim adamı bitkilerin üremesi için, bitkilerde spermanın karşılığı olan çiçektozlarından birinin, bitkilerde yumurtaya karşılık gelen bitki oluşumunu döllemesi gerektiğini ve böylece yeni bitkiyi oluşturacak tohumun meydana geleceğini ortaya koyan bir dizi deney yapmıştır. Kölreuter, bitkilerin kendi kendilerini dölleyebilecekleri gibi, başka bitkilerin çiçektozlarıyla da döllenebileceklerini göstermiştir.

Kölreuter ayrıca, bitkilerin melezlenmesi konusunda uzun deneyler de yaptı. Bu işe başladığında, yapay çapraz döllenmeyele henüz sadece iyi bilinen iki bitki melezi yetiştirmiştir. Kölreuter'in yetiştirdiği ilk melez bitki kısır oldu; yani tohum meydana getirmedi, çiçektozları kuru ve kısırı. Ancak bu bitkileri bir önceki kuşaktan aldığı çiçektozlarıyla döllediğinde kısır olmayan melezler elde etti.

Kölreuter birkaç yıl içinde ilk defa bitki melezlerinin eksiksiz bir katologunu çıkardı. İlk kuşak melezlerin (F1) çoğunlukla anne ve baba bitkilerin özelliklerinin arasında özelliklere sahip olduğunu yazdı. F2'ler ve önceki kuşaktan bitkiyle çaprazlanan melezlerin ise hepsi farklıydı ve anne ve baba bitkilerin özelliklerini farklı şekillerde yansıtıyorlardı. Kölreuter özelliklerin şaşırıcı derecede farklılık göstermesini "bilge Yaradanın bir-birlerine uygun görmediği" bitki öğelerini birleştirmenin sonucu olarak açıklamıştı ki bu da bilimsel bir yorum sayılmazdı. Ancak, bazı melez kuşaklarda bitkilerin büyükanne-lerinin, büyükbabalarının ve F1 kuşağı anne ve babalarının özelliklerini sırasıyla 1:2:1 oranında sergilediklerini de ortaya çıkarmıştı. Vardı-

Bitki melezleme deneylerini ilk yapanlardan Joseph Kölreuter, çiçeklerin tozaklamasında böceklerin ve rüzgörün önemini ilk fark eden kişi oldu.

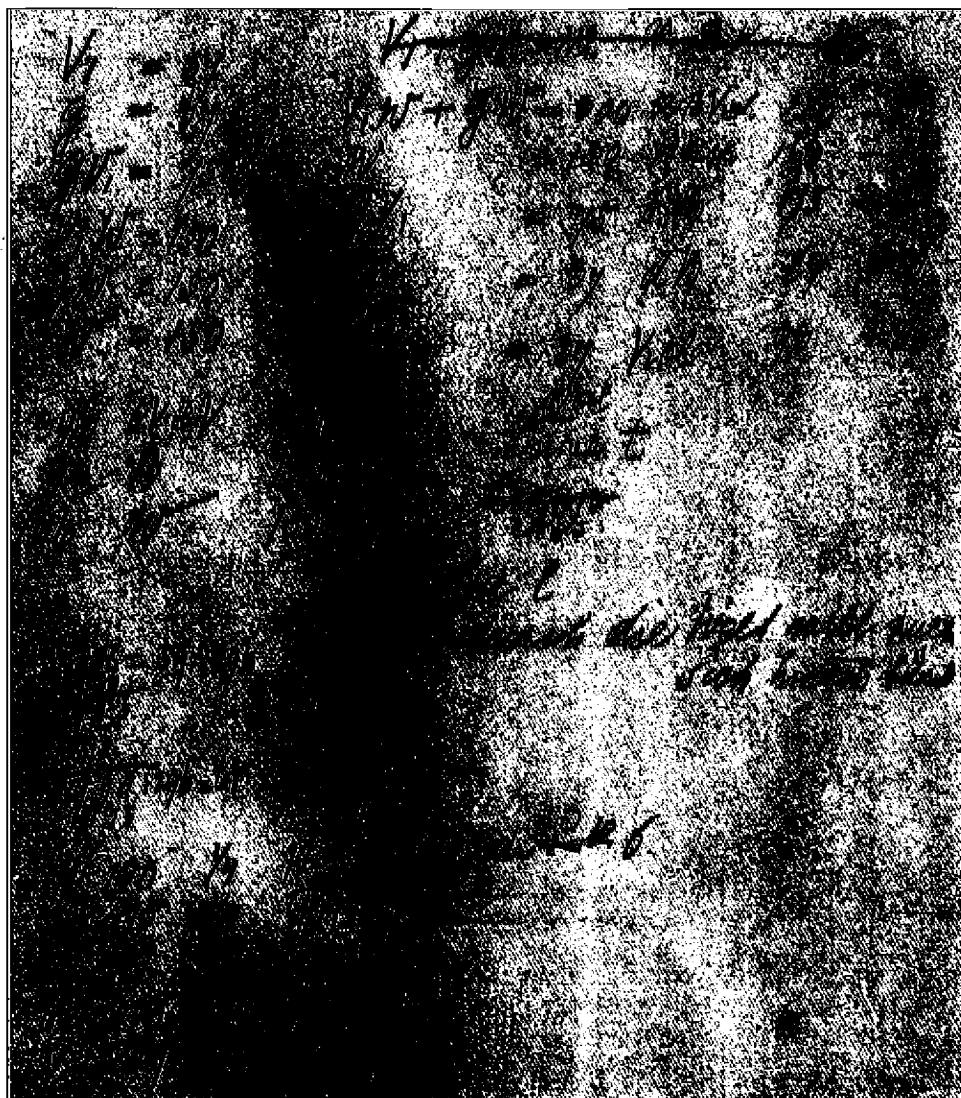




Mendel'in bitki melezleme deneylerini başlattığı bahçe bezelyesi *Pisum sativum*'un 1791 yılında J. Gärtner tarafından yapılmış çizimi.

ğı sonuç ise melez türlerin er ya da geç başlangıçtaki türlerden herhangi birinin özelliklerine geri döneceği şeklindeydi.

Yıllar sonra, 19. yüzyılın ortalarında Alman botanikçi Carl Gärtner, Kölreuter'in melezleme deneylerinden bazılarını tekrarladı ve çok sayıda yeni deney de yaptı. Çaprazlığı bitkiler arasında bezelye, tütün ve mısır da vardı. Bazı özelliklerin baskın olduğunu ve art arda her kuşakta görüldüğünü, diğerlerininse birkaç kuşakta kaybolduktan sonra yeniden ortaya çıktığını gözlemle-



Mendel'in defterinin bu sayfası değişik fasulye çeşitleri arasında yaptığı melezlemeleri gösteriyor. Daha sonraları bir genetikçi bu sayfayı "tipki bir ressamın yaptığı eskiz gibi, bir fikrin taslağı" şeklinde nitelendirmiştir.

di. Elde ettiği sonuçları tutarlı bir şekilde açıklayamadı ve sadece, "türlerin toplam özelliklerinin" melezlerin izleyeceği yönü ve biçimlerini belirlediğini söyledi.

Bu bakımdan, Mendel bezelyeler üzerinde çalışmaya başladığında, başkalarının daha önce yaptıklarına benzer şeyler yapıyordu. Ama aradaki "dev" fark gözlemlerinden çıkardığı sonuçlarda yatıyordu.

Mendel'in öncelikle araştırmasının amacını seçmesi gerekiyordu. Daha sonraları belirttiği gibi bu amaç, özelliklerin bir kuşaktan diğerine nasıl geçtiğini kesin olarak belirlemekti. "Bu, organik varlıkların gelişim tarihi açısından önemi asla küçümsenmemesi gereken bir soru." diyordu.

İlk deneyleri için seçtiği bitkiler *Pisum* cinsinden bezelye çeşitleriyydi. Daha sonra açıkladığına göre bu seçimin sebepleri *Pisum*'dan birbirinden rahatlıkla ayırt edilebilen kısır olmayan melezler elde edilebilmesi, bu bitkide çapraz döllenmenin kolaylıkla önlenebilmesi ve hem bahçede hem de serada yetiştirebilmesiydi. (Manastırın küçük bir bahçesi ve Mendel'in kullanabildiği bir serası vardı.)

Mendel'in bezelye bitkileriyle yaptığı çalışmalara ilk elden tanıklık eden bir gözlem de var elimizde. Büyük bir Fransız bitki yetiştircisi fırmanın genç temsilcisi C. W. Eichling, tanınmış melezleme uzmanı Ernest Benary'nin tavsiyesi üzerine 1878 yılında Mendel'in manastırını ziyaret etmişti. Yıllar sonra Eichling yazılarında, Mendel'in yemekten sonra kendisine bezelye tarhlarını gösterdiğini anlatarak şunları söyler: "Tarlardaki yeşil bezelyeler bol ürün yüküydü. Mendel, manastırda daha çok yarar sağlayabilmeleri için bezelyelerin boyalarını ve meyvelerinin biçimini değiştirdiğini söyledi. Ona bunu nasıl yaptığı sorduğunda şöyle cevap verdi: 'Küçük bir hile yaptım ama arında anlatması zaman alacak uzun bir hikâye var.' Mendel dışarıdan, kabukları kolayca soyulan, ama bazları çalı tipi olduğu için iyi ürün vermeyen 25'ten fazla bezelye çeşidi getirmiştir. Hatırladığımıza göre bunları, manastırda kullanılan uzun boylu ve tatlı olan yerli çeşitle çaprazladığını söyledi. Benary'ye bu deneyler hakkında bilgi vereceğime söz

verdiğim söyledim ama Mendel konuyu değiştirerek beni seraları incelemeye davet etti."

Mendel deneylerinde iki alışılmadık yaklaşım benimsedi. Öncelikle, bitkileri, araştırdığı özelliklerin sabit olduğunu, yani kuşaktan kuşağa geçtiğinden emin olmak için iki yıl süreyle sınadı. Daha önce melezleme deneyleri yapan botanikçiler böylesi süreklilik testleri uygulamamışlardı. İkinci olarak Mendel, özelliklerini kuşaklar boyu değişmeden kalan sabit melezlerle, atasal özelliklerinin bazı kuşaklarda değişiklik gösterdiği değişken melezleri birbirinden özenle ayıryordu. Bu ayırım daha önceki botanik araştırmalarında yapılmamıştı.

Mendel *Pisum* bitkisinin değişik soylarının en az yedi özelliğini araştırdı. Bunlar arasında çiçeklerin sap üzerindeki konumu, sap boyları arasındaki farklılıklar, olgunlaşmamış kapçığın rengi, olgun tanenin biçimini ve tohum kabuğunun rengi vardı. En çok ün kazanan çalışması tanenin biçimini üzerindeki oldu.

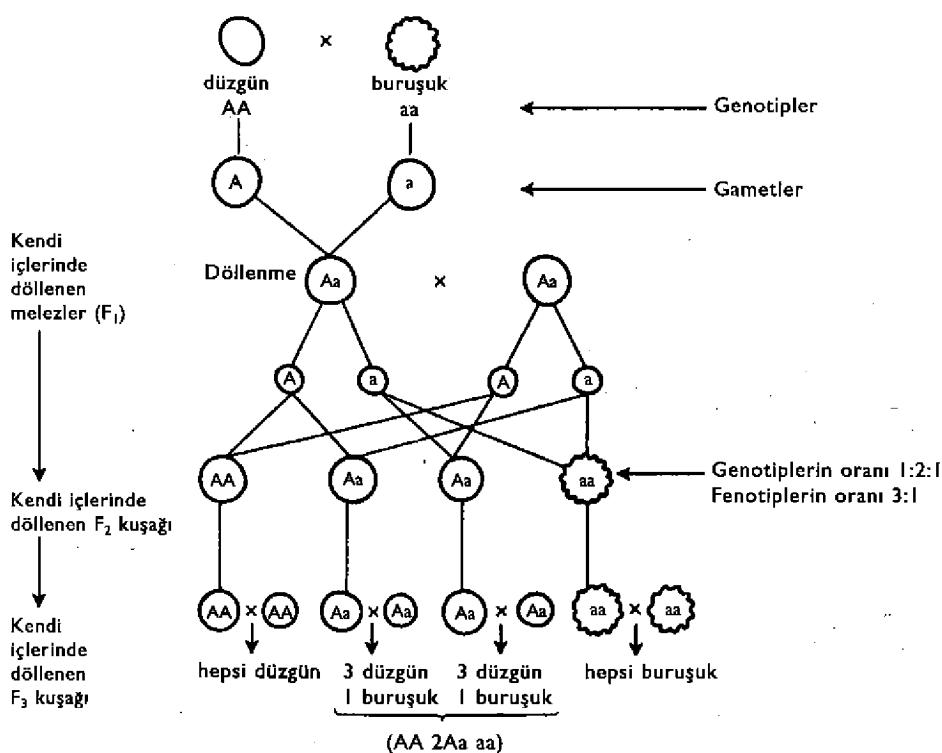
Artık klasik olarak kabul edilen bir deneyde Mendel, düzgün yuvarlak taneleri olan bir *Pisum* çeşidini, buruşuk taneli bir çeşitle çaprazladı. İlk kuşak ürünün (F1) tamamı düzgün taneliydi. Bir sonraki yıl Mendel bu düzgün taneleri tohum olarak kullandı ve bunlardan yetişen F2 kuşağı bitkilerin tanelerini inceledi. Sonuçta 5474 düzgün tane ile 1850 buruşuk tane elde edildiğini belirledi. Bu yaklaşık üçe birlik bir orandı. Mendel F2 kuşağıının tohumlarını ektiğiinde, buruşuk tanelerden yetişen bitkilerin hepsinin buruşuk taneli olduğunu gördü. Düzgün tanelerden yetişen bitkilerde ise üçte birin sadece düzgün taneli, geri kalan üçte ikininse hem düzgün hem de buruşuk taneli olduğunu ortaya çıkardı. Bunların oranı da gene 3'e 1 şeklindeydi. Mendel, bezelye bitkilerinin öteki özelliklerinin kalıtımını incelemek

icin altı deney daha yaptı ve kalitimla geçen özellikler icin hep 3'e 1 oranina ulaşarak, dikkate değer ölçüde benzer sonuçlar elde etti.

Buraya kadar Mendel'in bulguları Kölreuter ve Gärtner'inkilerden çok farklı değildi. Farklı olan, Mendel'in bulgularının matematiksel analizini yapması, bu analizden çıkardığı sonuçlar ve bu sonuçları açıklamak için kullandığı dildi. Bütün bunlar yeni doğan genetik biliminin temel taşlarını oluşturacaktı.

F1 kuşağı bitkilerin sahip olduğu ve her kuşakta ortaya çıkan düzgün tane özelliğine Mendel baskın olan dedi. (Bu terim daha sonra "baskın" (dominant) olarak değişti.) Mendel, *Pisum* bitkisinin F1 kuşağında kaybolan ancak sonraki kuşaklarda yeniden ortaya çıkan bu-

Bu çizimde düzgün ve buruşuk taneli iki ayn *Pisum* çeşidinin çaprazlanması gösteriliyor. Melez bitkilerin hepsi düzgün taneli ancak bunlar birbirleriyle çaprazlandığında ortaya çıkan düzgün ve buruşuk taneli bitkilerin oranı 3'e 1.



ruşuk tane özelliğine ise çekinik dedi. (Bu terim halen kullanılmaktadır.)

Mendel elde ettiği sonuçları açıklarken her bitkide, tane biçimini belirleyen iki öğe olduğunu ileri sürdü. Herhangi bir bitkide bir ya da iki baskın öğe bulunması durumunda o özellik bitkide ortaya çıkıyordu -en ünlü *Pisum* deneyinde bu özellik düzgün taneydi. Çekinik özelliğin (*Pisum*'da buruşuk tane) ortaya çıkması için o bitkide iki çekinik öğenin bulunması gerekiyordu. Mendel baskın özelliği büyük A, çekinik özelliği de küçük a ile gösterdi. Böylece iki baskın öğesi olan bir bitki AA, bir baskın bir çekinik öğesi olan Aa, iki çekinik öğesi olan da aa olarak gösteriliyordu. Genetikçiler bugün de bu gösterimi kullanır.

Mendel bezelye bitkisinin başka özelliklerini incelemek için çeşitli deneyler yaptı. Elde ettiği bütün sonuçlar tane araştırmasının kilerle uyum içindeydi. Örneğin, sap boyunu araştırdığı çalışmada, baskın özellik (uzun sap) bitkilerin 787'sinde yani yüzde 73,96'sında ortaya çıkarken, çekinik özellik 277 bitkide görülmüştü. Sonuçların birbirine oranı 2,84'e 1'di. Tohum kabuğunun rengiyle ilgili araştırmada baskın-çekinik özellik oranı 3,15'e 1'di. Her iki durumda da sonuç, Mendel'in bulgularını destekleyecek ideal oran olan 3'e 1'e yeterince yakındı.

Mendel'in deneylerden çıkardığı sonuçlardan biri de anne babaların ve döllerin farklı özelliklerinin her birinin belirli bir öğe -bugün bunlara "gen" diyoruz- tarafından belirlendiği yolundaydı. Her özellik için belirli bir öğe vardı. Bu saptama Birinci Mendel Yasası ya da Ayırışma İlkesi olarak bilindi. Basitleştirilmiş bir örnek verirsek bir insanın saç rengini belirleyen bir öğe ya da gen, göz rengini belirleyen tamamen farklı başka bir öğe

ya da gen vardır diyebiliriz. Göz rengi ve saç rengiyle ilgili genler kuşaktan kuşağa aktarılır.

Mendel'in vardıgı bir başka sonuç da, bu öğelerin ya da genlerin ayrı ayrı, birbirini etkilemeden bir kuşaktan diğerine geçtiği yolundaydı. Bu olgu da İkinci Mendel Yasası ya da Bağımsız Kalitim Yasası olarak tanındı. Mendel'in sözleriyle "melez bir bitkideki her bir farklı özellik, anne baba bitkilerdeki diğer tüm farklılıklardan bağımsızdır". Örneğin saç rengiyle ilgili öğe yani gen ile göz rengiyle ilgili öğe ya da gen birbirinden ayrı olarak sonraki kuşağa geçer. Bu yasa daha sonra, 20. yüzyılda yaşayan Amerikalı biyolog Thomas Hunt Morgan'in gen bağlantısı (linkaj) adı verilen olguyu keşfetmesi üzerine biraz değiştirildi. İki ya da daha çok genin, aynı kromozomun, yani genetik malzemeyi içeren hücre yapısının üzerinde birbirine çok yakın yer alması halinde gen bağlantısı ortaya çıkabilir. Birbirine yakın genler çokunlukla birlikte alınır.

Mendel'in vardıgı sonuçlardan üçüncüsü, göz rengi ya da saç rengi gibi atadan alınan her özelliğin, biri anneden diğerini babadan gelen o özellikle ilgili iki öğe ya da genin karşılıklı etkileşimiyle belirlendiğidir. Mendel araştırdığı özelliklerde, bir ögenin her zaman diğer öğeden baskın olduğunu buldu. Bu kuram, Baskınlık İlkesi olarak tanındı.

Mendel'in bulgularını basit bir şekilde ve günümüzün dilini kullanarak şöyle özetleyebiliriz:

1. Kalitim yoluyla geçen her özellik bir gen tarafından belirlenir. Belli bir özellikle ilgili genler alel adı verilen değişik biçimlerde var olabilir. Örneğin saç rengiyle ilgili genin bir aleli kişinin sarı saçlı olmasına yol açarken başka bir alel siyah saçlı olmasına neden olur. Başka bir deyişle aleller aynı genin biraz farklı versiyonlarıdır.

MENDEL VE DARWIN

Canlı varlıklar hakkında yapılan çalışmaların 19. yüzyıldaki iki büyük adı Gregor Mendel ile Charles Darwin'dı. Bütün dünya gibi Darwin'de Mendel ve araştırmalarından tamamen habersizdi. Ama Mendel geride Darwin'ın çalışmalarını bildiği ve bunları dikkatle incelediğini gösteren kanıtlar bırakmıştır.

Darwin'in çığır açan kitabı *On the Origin of Species (Türlerin Käkeni)* 1859 yılında, tam da Mendel *Pisum* üzerindeki deneylerini tamamlamak üzereyken yayılmıştı. Darwin'ın evrim kuramı -bireylerde kuşaklar boyu meydana gelen aşamalı değişimler sonucu en güçlü olanların hayatı kalması- Mendel genetигine karşı gibi görülebilirdi, çünkü bazıları tek tek hayvanların ve bitkilerin çevreyle etkileşim içinde değiştigini ve bu değişikliklerin gelecek kuşaklara geçtiğini söyleyebilirdi.

Böylesi bir görüş, sonradan kazanılmış özelliklerin kalıtımıla geçirilebileceği ni savunan 19. yüzyıl Fransız bilim adamı Jean Lamarck tarafından ortaya atılmıştı. Ancak Lamarck'la Darwin arasında önemli bir fark vardı: Lamarck bireylerden söz ederken Darwin topluluklarla ilgileniyordu. Darwin, hayvan ya da bitkilerin tek tek çevre koşullarına tepki olarak değiştigini söylemiyordu. Onun savı, büyük bir toplulukta, özelliklerde -zürafanın boyun uzunluğu buna iyi bir örnektir- küçük farklılıkların kaçınılmaz olduğu ve bunların evrime yol açtığınıdır.



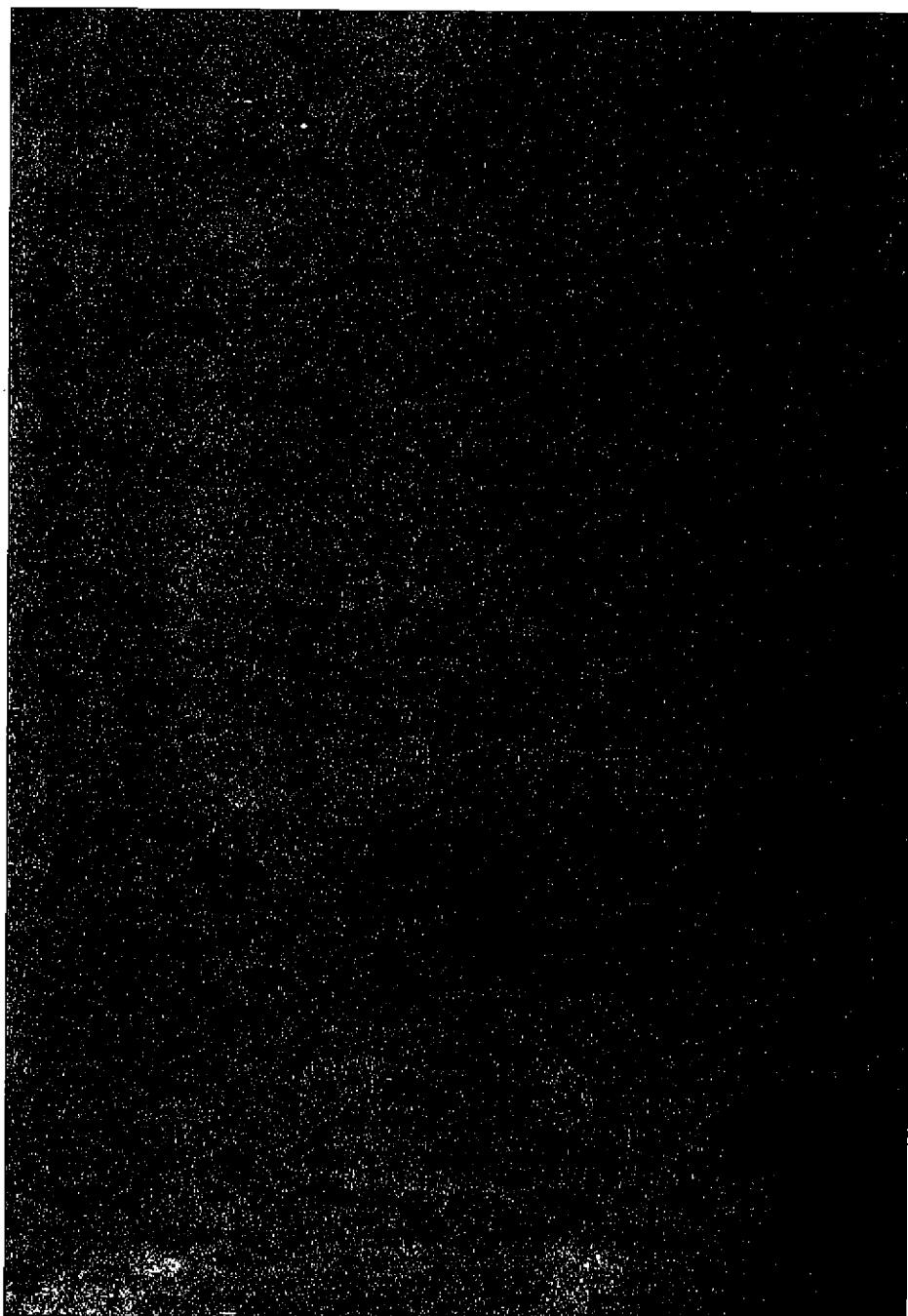
Charles Darwin 1852 yılında.

Darwin boyunları biraz daha uzun olan zürafaların ağaçlardaki yapraklara daha kolay ulaşabildiğini ve bu yüzden daha iyi beslenip daha sağlıklı olduklarını, muhtemelen de daha uzun boyunlu yavrular dünyaya getireceklerini yazmıştı. Bu yavruların da muhtemelen kendilerinden daha da uzun boyunlu yavruları olacaktır ve bu böylece, zürafaların boyunları ağaçlardan beslenebilmek için en uygun uzunluğa ulaşınca kadar devam edecektir. Darwin, boyun uzunluğu gibi özelliklerin gelecek kuşaklara nasıl bir düzenekle geçtiğini açıklamaya hiç girişmedi. Bir kitabında, atasal soyların özelliklerinin nasıl olup da melez yavrularda ortaya çıktıığını (tam da Mendel'in bitkilerle yaptığı deneylerde açıkladığı konu) anlayamadığını belirtmişti.

Mendel Darwin'in kitaplarını okumuş ve kenarlarına notlar almıştı. *Türlerin Kökeni*'nde türlerin değişmez olmadığını ve değişimlerin ortaya çıkabilmesi için organik varlıkların birkaç kuşak boyunca yeni şartlara maruz kalması gerektiğini belirten cümleleri işaretlemiştir. Darwin'in daha sonraki kitaplarından *Variation in Animals and Plants under Domestication*'da (Evcilleştirilmiş Hayvan ve Bitkilerde Değişim) döllenme için bir miktar sperma ya da çiçektozu gerekliliğine ilişkin saptamanın yanına şiddetli bir itiraz notu koymuştur. Mendel tek bir çiçektozunun yeterli olduğunu bulmuştu.

Bununla birlikte Mendel'in yorumları ve notları genelde, Darwin'in temel evrim kuramıyla uzlaşmıyor gibi görünmüyordu. Ayrıca uzun vadede Mendel'in çalışmaları, özelliklerin gelecek kuşaklara nasıl geçtiğine ve yıllar boyunca nasıl yavaşça değișebileceğine bir açıklama getirmiştir.

Mendel ile Darwin'in tamışip tanışmadıkları ise cevaplandırması zor bir soru. Mendel bir grupla İngiltere'yi ziyaret ettiğinde bir buluşma için fırsat doğmuştur. Ancak Mendel'in çok alçakgönüllü bir insan olduğu, Darwin'in ise daha o zamanlar uluslararası çapta ünlendiği düşünülsürse böyle bir tanışmanın gerçekleşmiş olma olasılığı düşük gibi görünüyor. Dahası Mendel'in İngilizce bilmemiğini de unutmamak gereklidir.



Mendel'in 1865 yılında yayımlanan "Bitki Melezleri Üstüne Deneyler" başlıklı makalesinin el yazmasının ilk sayfası.

2. Her birey, bitki ya da hayvan olsun, birini annesinden diğerini babasından aldığı iki dizi gene sahiptir.

3. Genler genellikle kuşaktan kuşağa değişmeden aktarılır. Her kuşağıın özellikleri önceki kuşağıın gen bileşimlerinin karışarak yeniden düzenlenmesi sonucu oluşur.

4. Gen aleleri baskın ya da çekinik olabilir. Bir özellikle ilgili iki baskın alel ya da tek baskın alel alan bireyde o baskın özellik ortaya çıkacaktır. Çekinik bir özelliğin ortaya çıkması için bireyin iki çekinik alel olması gereklidir.

(Mendel'in çalışmalarında, genlerde kuşaktan kuşağa geçerken meydana gelen değişiklikler, yani mutasyonlar yer almazı. Mutasyonların iyi ya da kötü çeşitli etkileri olabilir. Genetik hastalıklardan onlar sorumludur, ama aynı zamanda evrimin temelini oluşturan değişimlerin kaynağı da onlardır. Başta Charles Darwin olmak üzere pek çok bilim adamı mutasyonların etkileri üzerinde çalışmıştır.)

Mendel, Brno'da yayımlanan Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin dergisinde, "Versuche über Pflanzenhybriden" (Bitki Melezleri Üstüne Deneyler) başlıklı bir yazı yayımladı. Bu yazışdan 40 kopyayı bazı bilim adamlarına ve kurumlara gönderdi. Kimse pek fazla ilgi göstermedi. Bunlardan bulunabilen birkaçına bakıldığından çoğunu hiç okunmadığı anlaşılmıyor; çünkü sayfaları bile açılmamış. Bilim dünyası Mendel'in bulgularını ve açıklamalarını açıkçası dikkate almamıştı. Bunun en önemli nedeni Mendel'in tanınmış bir üniversitede ya da bir bilim kurumunda çalışan ünlü bir bilim adamı olmamasıydı. Başka bir neden de, bilim adamların böylesi ileri düzeydeki bulguları kabul etmeye henüz hazır olmamalarıydı.

Mendel'in temel yargısı şuydu: "İlk kuşakta, baskın ve çekinik özelliklerin 3:1 olan oranı, baskın özelliği melez ve atasal olarak ayırdığımızda bütün deneylerde 2:1:1 olarak dağılacaktır." Başka bir deyişle, baskın özelliği (*Pisum* deneylerinde, düzgün tane) sergileyen bir bitki ya iki baskın gene (AA) ya da bir baskın bir çekinik gene (Aa) sahiptir ve her AA bitkisine karşılık iki Aa bitkisi vardır. Mendel bu sözleriyle söz konusu özelliğin görünümüyle -günümüzde "fenotip" olarak adlandırılır- bu görünümünardındaki genetik temel -"genotip"- arasındaki farkı açıklamaktadır. "Fenotip" sözcüğü, "göstermek" anlamındaki Yunanca *phaino*'dan, genotip sözcüğü de "gen" sözcüğünden türetilmiştir.

Mendel daha sonra yaptığı bir dizi deneyde, tek özellikle ilgili olarak belirlediği kalıtım yasalarının, birbiriyile ilgisi olmayan iki ayrı özellik için de geçerli olup olmayacağı araştırdı. Bu deneylerde, taneleri hem biçim (düzgün ya da buruşuk) hem de renk (sarı ya da yeşil) bakımından farklı iki saf bezelye çeşidini çaprazladı. İki ayrı özelliğin baskın ve çekinik biçimlerini A, a ve B, b olarak tanımladı. 15 melez bitkiden elde ettiği 556 tane- nin dağılımı şöyledi:

315 düzgün ve sarı
101 buruşuk ve sarı
108 düzgün ve yeşil
32 buruşuk ve yeşil

Mendel bu deneyle ilgili yazısında, özelliklerin birleşimini basitleştirilmiş şekilde şu denklemlerle gösterdi: $A + 2Aa + a$ ve $B + 2Bb + b$. Bu 556 bezelye tanesini ektiğindeyse, özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilen 629 bitki elde etti.

	AA	Aa	aa	Toplam
BB	38	60	28	126
Bb	65	138	68	271
bb	35	67	30	132
Toplam	138	265	126	529

Mendel bu melezleri üç gruba ayırdı. İlk grupta, sonraki kuşaklarda değişmeyen sabit özelliklere sahip bitkiler vardı. Bunlar AB, Ab, aB ve ab'ydı. Bu dört küçük grubun her birinde yaklaşık 33 bitki yer alıyordu. İkinci grup, bir özelliğin sabit, diğerinin melez olduğu bitkilerden oluşuyordu. Bunlar Abb, aBb, AaB, Aab'ydı ve her birinde 65 kadar bitki vardı. Üçüncü grupta ise her iki özelliğin de melez olduğu bitkiler, yani AaBb buluyordu. Bu grupta 138 bitki yer alıyordu.

Mendel'e göre buradaki temel ilke şudur: "Bir bitkinin soyundaki değişik bitkilerde ortaya çıkan sabit özellikler, tekrarlanan döllenmeler yoluyla, bir araya gelmenin kuralları çerçevesinde bütün kombinasyon olasılıkları içinde yer alırlar." Mendel dört grubun sayılarını 4:2:1 oranyla göstermişti. Yıllar sonra 20. yüzyıla girdiğinde genetikçiler, melez bitkilerin döllerindeki dört farklı özelliğin kombinasyonu için 9:3:3:1 oranını kullandılar.

Mendel, ikiden daha fazla ayrı özelliğin kalıtımını araştırmak için az sayıda bitkiyle yaptığı başka birkaç deneyden de kısaca söz etmişti. *Pisum*'un yedi ayrı özelliğle mümkün olan bütün kombinasyonları belirlediğini ifade etmişti. Böyle 128 (2^7) özellik vardı. Vardığı matematiksel sonuç şöyleydi: "Eğer iki atasal bitkideki özellik farklılıklarını n olarak gösterirsek, farklılıkların bir araya gelince kombinasyon dizisinde terim

sayısı 3", bu diziler içindeki bireylerin sayısı 4", sabit kalan kombinasyonların sayısı ise 2"dir." Tabii, bu yazının gönderildiği matematikle ilgisi olmayan bitki uzmanları önemini kavrayamamıştı.

Bazı biyologlar, bir bitki türünün yapay döllenme yoluyla başka bir bitki türüne dönüştürülebileceğini savunuyordu. Carl Gärtner adlı biyolog ise, melez bitkiler atasal biçimlerine geri dönme eğiliminde oldukları için yeni ve kalıcı melezler yaratmanın mümkün olmadığı sonucuna varmıştı. Mendel, melez bitkilerle ilgili araştırmalarında kullandığı yeni tekniklere dayanarak, bu görüşe karşı çıkyordu. Üç farklı özelliğe sahip bitkilerin çaprazlanması örneğini kullanarak bu bitkilerin çaprazlanmasıyla sekiz tür tohum hücresi oluşacağını söyledi:

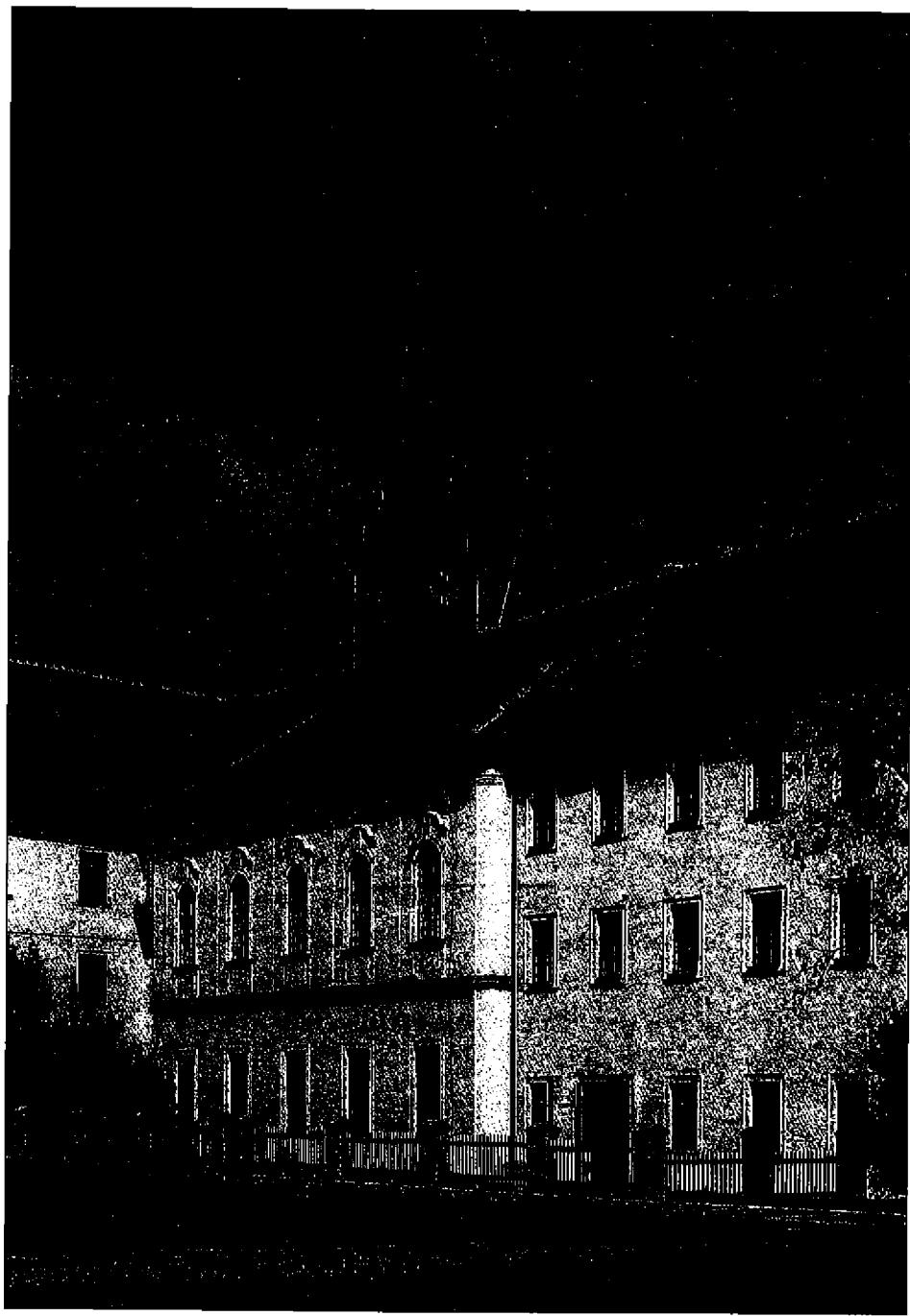
ABC, ABc, AbC, abC, Abc, aBc, abC, abc.

Mendel'e göre melez bir bitki abc çiçektozuyla döllenendiğinde şu hücreler ortaya çıkacaktı:

$AaBbCc + AaBbc + AabCc + aBbCc + Aabc + aBbc + Aabc + aBbc + abCc + abc$.

Mendel, her bitki grubunda bir bitki abc genlerine sahip olacağı için, herhangi bir özelliğin dönüşmuş halinin daha ilk kuşakta görünebileceğini söylüyordu. Ancak şunları da ekliyordu: "Deney bitkileri ne kadar az sayıda olur, atasal türlerindeki farklı özellikler ne kadar çok olursa, deney o kadar uzun sürecektir ve dahası bu türlerde bir, hatta iki kuşaklık gecikme sıklıkla meydana gelebilecektir."

Mendel *Pisum* deneyleri için çok sayıda bitki yetiştirmiştir. Bu konuda şunları yazmıştır: "İki kuşak boyunca bütün deneyler oldukça çok sayıda bitkiyle yürütüldü. Ancak üçüncü kuşaktan başlayarak, yer darlığından bu sayıyı azaltmak zorunlu hale geldi. Yedi deneyden her



Mendel bezelye bitkisi üzerindeki çalışmalarına manastırın arazisindeki bu çitle çevrili bahçede başlamış.

birinde, ikinci kuşak bitkilerden sadece bir örnek izlenebildi. Gözlemler ise dört ila altı kuşak süresince yapıldı.”

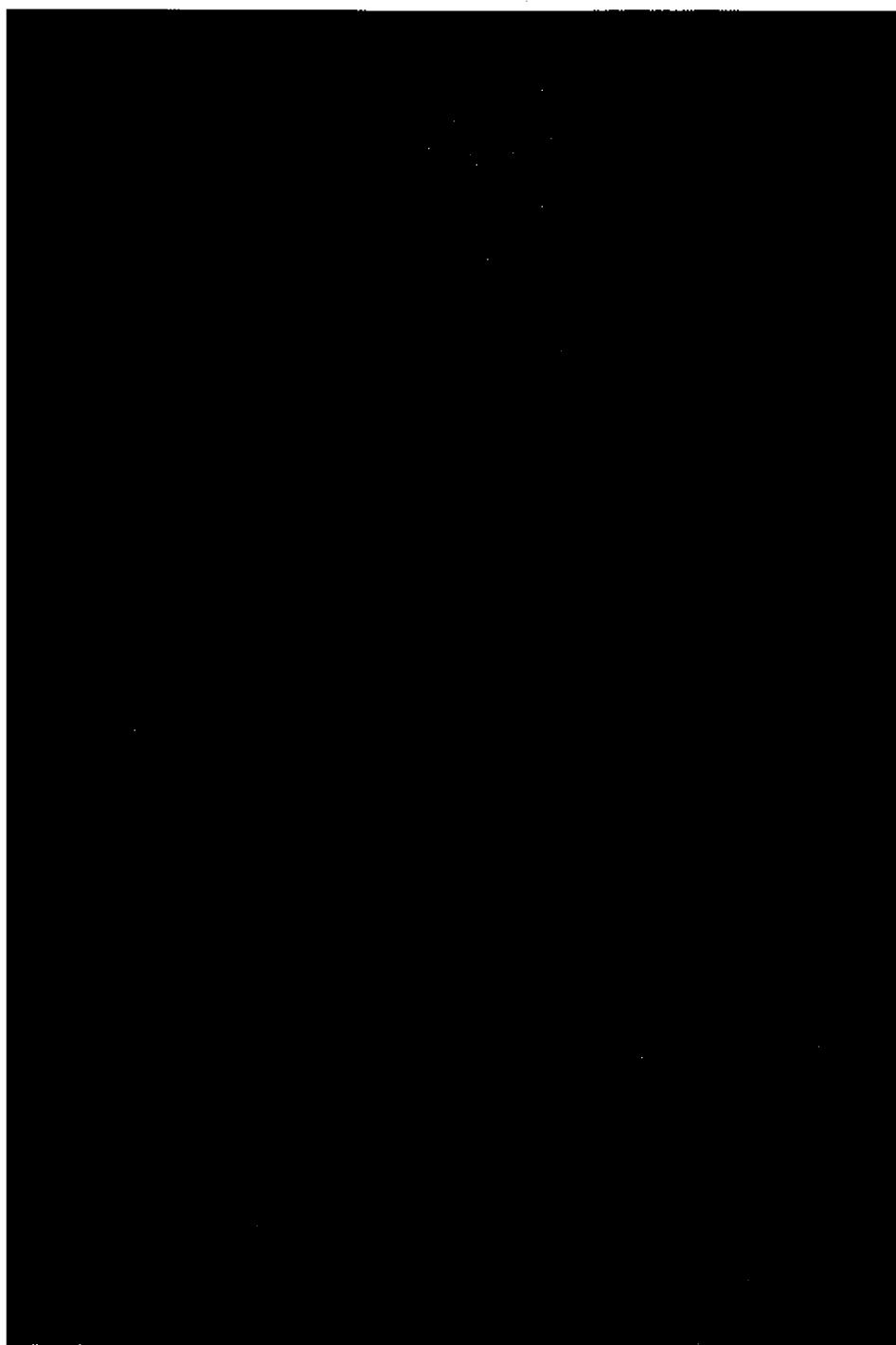
Bir biyoloğun hesabına göre Mendel *Pisum*'la yaptığı deneylerde 24 bine yakın bitki yetişti. Mendel başka türden bitkilerle de deneyler yaptı. Örneğin *Phaseolus* cinsi fasulyelerden uzun saplı ve sarı kapaklı bir çeşitle kısa saplı ve yeşil kapaklı bir çeşidi çaprazladı. Elde ettiği sonuçlara göre yeşil kabuk ve uzun sapın baskın özellikler olduğunu ve çaprazlama sonuçlarının, “tipki *Pisum*'da olduğu gibi özelliklerin basit birleşimi yasasına göre belirlendiğini” bildirdi. Başka bir grup *Phaseolus* bitkisiyle yaptığı çaprazlama deneyi Mendel'e göre “kışmen başarılı” olmuştu. Çünkü bitkinin farklı türlerini çaprazlamıştı ve elde edilen melezlerin verimliliği düşüktü. Sonuçlar bitki biçimi bakımından *Pisum* yasalarına uyuyor ancak bitki rengi bakımından uymuyordu. Bu deneyde mordan beyaza çok geniş bir yelpazede çok sayıda renk elde etmişti.

Mendel başka bitki türleriyle de çok sayıda deney yaptı. Bunlar arasında ilk sırada, çevrede bol miktarda yetişen *Hieracium* bitkisinin çok sayıdaki çeşidiyle yaptığı deneyler geliyordu. Mendel'in bu bitkinin çeşitleriyle yaptığı deneylerin 22'den fazlasının kaydı bulunmaktadır. Bu deneylerden bazılarıyla ilgili olarak yayımladığı yazı ise, *Pisum* araştırması ün kazandıktan çok sonra bile fark edilmedi.

Mendel bilimsel dergilerde bazı makaleler yayımlamasına rağmen, *Pisum* dışındaki bitkilerle ilgili gözlemlerinin çoğunu sadece Alman bilim adamı Karl Nägele'ye yazdığı mektuplarda açıkladı. İngiliz bilim adamı A. H. Sturtevant bu mektupların, yoğun bir faaliyetle deneyler yapan, buluşunun farkında olan ve bunu çok çeşitli biçimlerde sınavyan bir adam portresi çizdiğini

söyledi. Sturtevant'ın görüşüne göre, eğer Mendel bu ek bulgularını yayımlamış olsaydı, araştırmaları böylesine göz ardı edilmeyebilirdi.

Mendel bitkilerle deneyler yaparken bir yandan da öğretmen ve manastırın aktif bir üyesi olarak görevlerini yürütüyordu. Bitkiler üzerindeki araştırmalarını aynı şekilde sürdürmek istiyordu. Ama 1868 yılında bilimsel çalışmalarını ve yaşamını bütünüyle değiştiren bir olay meydana geldi.



Mendel başrahip seçildikten sonra şunları yazmıştır: "Mütevazi bir deneysel fizik öğretmeniyken kendimi birçok bakımdan bana yabancı bir dünyada buldum. Rahat hissedebilmem için zaman ve çaba gerekecek."

Mendel Başrahip Oluyor

Mendel'in yaşamını değiştiren olay, Brno manastırı başrahibi Napp'ın 1868 yılı Mart ayındaki ölümü oldu. Mendel Nägeli'ye yazdığı mektupta şöyle diyordu: "İşlerimde hiç beklenmedik değişimler oldu. 30 Mart'ta, bağlı olduğum manastırın rahipler meclisi beni ömür boyu başrahipliğe layık gördü. Ancak bu durum, çok zevk aldığım melezleme deneylerini sürdürmekten beni alıkoyamayacak. Hatta yeni konumuma alıştıktan sonra bu işe daha çok zaman ayırabileceğimi bile umuyorum." Mendel, artık öğretmenlik yapmayacağı için, deneylerine daha çok zaman ayırabileceğini umuyordu.

Mendel başrahip olmayı istemişti. O sıralarda, küçük kız kardeşinin oğullarından birinin eğitim giderlerini karşılıyordu ve diğer iki yeğenini de ileride okutmak zorunda kalacaktı. Bu makamın sağlayacağı ek gelire ihtiyacı vardı. Ayrıca öğretmenliği bırakabilecekti ve bu da ona araştırmaları için daha fazla zaman sağlayacaktı. Başrahiplik seçiminden önce küçük kız kardeşinin ko-

casına yazdıgı mektupta şöyle demişti: "Eğer ben seçilirsem ki bunu ummaya bile cesaret edemiyorum, gelecek pazartesi size telgrafla bildiririm. Telgraf gelmezse bilin ki başkası seçildi."

Yeni başrahibi manastırın mensupları oylamaya seçecekti. İlk iki tur oylamada kimse seçilemedi. Üçüncü turda, öteki güçlü adayın çekilmesi üzerine Mendel 12 oyla başrahip seçildi. 30 Mart 1868'de 46 yaşındayken başrahip oldu. Kız kardeşine telgraf gitti.

Başrahiplik sadece dinsel açıdan önem taşımıyor, görevin etnik, ekonomik ve siyasi boyutları da bulunuyordu. Manastırındaki rahiplerin yarısı Alman, yarısı Çek asıllıydı. Brno'da ise bu iki etnik grup arasındaki gerginlik yıllardır tırmanmaktadır. Polis de başrahip seçimi izleyerek, adları belirtilen üç Çek rahipten birinin seçilmesinin arzu edilir olmadığını yazıyla bildirmiştir. Alman asıllı olan Mendel de Çekler desteklerini ona kaydirdikleri için seçilebilmiştir. Mendel oyunu nezaket gereği, seçilme şansı olmayan Çek rahip Martin Klácel'e verdi. Klácel de son turda Mendel'e oy vermiş ve Mendel'in liberal görüşlerinden dolayı öteki adaylardan daha iyi bir başrahip olacağı inancıyla, kendi taraftarlarından bazılarını da ona oy vermeye ikna etmiştir.



Gregor Mendel
Opat



Gregor Mendel
obt

Başrahip Mendel'in
Almanca ve Çekçe
imzaları.



Mendel başrahip olarak göreve başlar başlamaz bazı çapraz ekonomik sorunlarla uğraşmak zorunda kaldı. Manastırı ilgilendiren önemli bir tartışma başlamak üzereydi. Mendel'in manastırından o zamana kadar hiç vergi alınmamıştı. Ama birden bire, Avusturya-Macaristan hükümeti Brno manastırından, cemaatteki rahiplerin maşalarının ödenmesine katkıda bulunacak devlet yönetimindeki bir fona 34 bin gulden ödemesini talep etmişti. Mendel 12 sayfalık bir mektup yazarak manastırın zaten borç içinde yüzdüğünü, cemaatin nüfusunun da önceki yıllara göre dörtte üç oranında azaldığını, bu yüzden istenilen tutarı ödeyemeyeceklerini bildirdi. Kiliseyle diğer binaların ciddi bir onarından geçirilmesi gerektiğini, bunun için 30 bin guldene ihtiyaç duyduklarını anlattı. Ayrıca kamu hizmeti yaptıklarını belirterek bu nedenle kendilerinden vergi alınmaması gerektiğini yazdı. Manastır birçok eğitim kurumuna öğretmen gönderiyordu ve yerel hastanede çalışan iki rahip burada kaptıkları hastalıklardan ölmüştü. Mendel hükümete vergi olarak iki bin gulden ödemeyi önerdiyse de bu miktar çok az bulunarak kabul edilmedi. Bu tartışma yıllarca sürdü ve sorun ancak Mendel'in ölümünden sonra çözülebildi.

O sıralarda ayrıca dikkate alınması gereken siyasi değişiklikler de yaşanıyordu. 1867 yılında Hapsburg hanedanlığı Avusturya-Macaristan meşruti monarşisine dönüştü. Bu sınırlı bir demokrasi demekti. Yeni hükümet bazı değişiklikler yapmaya başladı. Bunlardan biri de okulların sorumluluğunu Katolik Kilisesi'nden devle-

Östünde Mendel'in resmi olan 1939 tarihli bir Polonya pulu. Önde gelen Alman bilim adamlarının yer aldığı bir diziden.

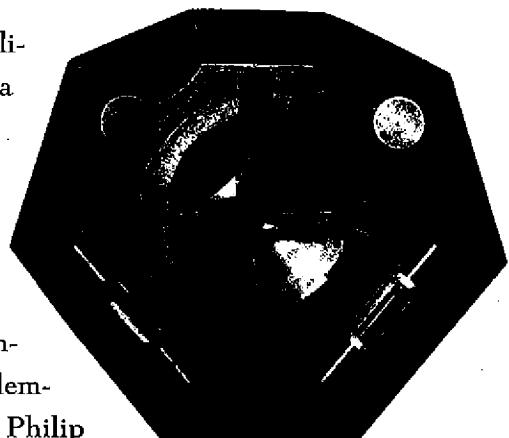
te devretmekteki. Kilisenin ileri gelenleri buna karşı çıktı, ama Başrahip Mendel, devlet desteğinin okullar için yararlı olacağına inandığından başlangıçta bu değişikliği destekledi. Ancak kilisenin ileri gelenlerinin, bu tavırından hoşnut olmaması üzerine Mendel daha sonra geri adım attı.

Mendel siyasi faaliyetleriyle de tartışma yarattı. Avusturya-Macaristan'da yeni yönetim biçimine geçildiğinde ilk siyasi partiler de kurulmuştu. Devlet resmi olarak nüfusun çoğunluğunu oluşturan Alman ve Macar etnik gruplarına eşit haklar tanımlaşı. (Yasada, aralarında Çeklerin de bulunduğu diğer etnik grupların haklarından ise söz edilmiyordu.) Siyasi partiler etnik kimliklere göre örgütlenmişti. Alman kökenlilerin çıkarlarını savunan parti, aynı zamanda Liberal Parti olarak da adlandırılan Alman Meşruti Partisi'ydi. Karşısında, Katolik Kilisesi'nin etkili olduğu Ulusal Muhafazakâr Parti yer almıyordu.

Mendel'den de Ulusal Muhafazakâr Parti'yi desteklemesi bekleniyordu. Ancak o, yerel mecliste Liberal Parti'den yana tutum alınca bu, şaşkınlık ve endişeyle karşılandı. Mendel, bir Muhafazakâr Parti üyesinin seçimine karşı çıkan Liberal Parti önergesini imzalayınca da Kilise'nin ileri gelenleri ile kendi manastırındaki Çek asıllı rahipler ona karşı düşmanca bir tavır aldılar. Bunun üzerine Mendel, siyasi görüşlerini dile getirmeye devam ettiyse de, daha sessiz kaldı. Liberal Parti'den parlamentoya aday olması önerilince de nazikçe geri çevirdi. Bununla birlikte, Liberal Parti'nin, Alman asıllılarla Çek asıllılarla eşit haklar tanınması konusundaki politikasını desteklemeye devam etti. Mendel'in faaliyetleri sonunda ona, "örnek siyasi çalışmaları ve övgüye değer eğitmenliği"nden dolayı devletin Franz Joseph nişanını kazandırdı.

1867'den sonra Mendel siyasi faaliyetleri ve açıklamaları konusunda çok daha ihtiyatlı davrandı. Çok sayıda ve farklı alanlardaki bilimsel alanlar üzerine yoğunlaştı. Bunlardan biri de meteorolojiydi ve Mendel ülkenin o bölgesinin en iyi meteorologlarından biri olarak ünlenmişti. Mendel meteorolojik gözlemlerine 1857 yılında manastırda, Philip Olexik adında bir doktorla başladı. Yakında ki bir şatonun kulesindeki bayrağı gözlemleyerek rüzgârin yönünü saptı ve bacalardan çıkan dumanın hızını gözlemleyerek de rüzgârin şiddetini hesaplıyordu. Yağış miktarı ile havadaki ozon düzeyinin kayıtlarını da tuttu. Oksijenin zararlı bir biçimi olan ozon, ürünlere zarar verme ihtimalinden dolayı Mendel'in ilgisi çekiyordu. Mendel 0'dan 100'e kadar on eşit aralığa bölünmüş bir cetvel üzerinde gösterdiği ozon yoğunluğunu sıvı azot iyodin ve nişasta eriyигine batiırılmış kâğıt üzerindeki renk değişikliklerine bakarak buluyordu.

Mendel havayla ilgili gözlemlerini 1862 yılında Avusturya-Macaristan Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin dergisinde yayımladı. Verileri büyük boyutlu bir grafikte gösterdi. Grafikte gözlemlerin, sabah, öğle, akşam olmak üzere günlük değerleri, rüzgârin yönü, şiddeti ve bulutların kapladığı alanla ilgili beş günlük ortalamalar ve yine beş günlük yağış miktarı ortalamaları yer alıyordu. Yazının en dikkat çekici kısmı 15 yılın ortalamalarıyla yıllık gözlemler arasında yapılan karşılaştırmaydı. Mendel istatistik ilkelerini öteki meteorologlardan çok önce kullanmıştı. Bunlar bitki araştırmalarında uyguladığı istatistiksel çözümleme yöntemleriyle aynıydı. Da-



Mendel'in meteoroloji gözlemleri sırasında kullandığı bir pusula. Viyana Meteoroloji Cemiyeti'nin üyesi olan Mendel bu alanda Brno ve Maravya'da en yetkin kişi olarak kabul ediliyordu.

ha sonraları bitkilerle ilgili çalışmalarında kullandığı istatistiksel çözümlemeyi önce meteorolojik gözlemlerinde mi kullandığını merak edenler olmuştu. Mendel istatistik yöntemlerini fizik çalışmaları sırasında öğrenmiş ve bu ilkeleri hem hava hem de bitkiler üzerindeki araştırmalarında uygulamış gibi görünecektir.

Doğa Bilimleri Cemiyeti Mendel'in yazısından o kadar etkilenmişti ki, dağıtmak üzere fazladan 500 kopya bastırdı. O yıl bölgede meteorolojik gözlem noktaları ağı kurulduğunda da Mendel'in yazısı hem gözlemlerin zamanı, hem de kullanılan istatistiksel çözümleme bakımından elde edilen sonuçların yayımlanmasında temel alındı. Mendel'in meteorolojik araştırmalara duyduğu ilginin bir göstergesi de ölüm haberinde Viyana Meteoroloji Cemiyeti üyeliğinin, adından sonra gelen ilk sıfat olmasıydı. Bezelyeler ve başka melez bitkiler üzerindeki araştırmaları hakkında konferanslar verdiği Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin üyesi olduğuna hiç yer verilmemiştir.

Mendel, 13 Ekim 1870 tarihinde Brno'da meydana gelen hortum sırasında meteoroloji konusundaki deneyimini kullanma imkânı buldu. Hortum öğleden sonra saat ikide manastırı yalayıp geçerken Mendel açık bir pencereden olayı gözlemliyordu. Fırtınayla ilgili ayrıntılı gözlemlerini yazıya dökerek, önce Brno Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin toplantısında okudu, ertesi yıl da cemiyetin dergisinde on sayfalık bir yazı yayımladı.

Yazının ilk bölümünde fırtınanın fiziki tanımına yer verilerek şöyle deniyordu: "Pencere pervazları ve kiremitlerin parçalanarak bazlarının kırılmış camlardan içeri girip odanın karşı tarafına uçtuğu cehennemi bir senfoni." Mendel ayrıca fırtınanın büyüklüğünü, hortumun dönüş yönünü ve Brno'dan geçiş hızını tahmin et-

mişti. Mendel'in, hortumun ortaya çıkışını ve izlediği yolu açıkladığı, matematiksel ve geometrik uslamlama yoluyla ayrıntılandırdığı bu yayını ün kazanmıştır. Mendel yazısını şakacı bir şekilde noktalar: "Böylece tehlikeli konuğumuzla ilgili tartışmanın sonuna geldik. Ama itiraf etmeliyiz ki bütün çabalara rağmen havai bir varsayımin ötesine geçemedik."

Mendel havayla ilgili çalışmalarını en son 1870 yılında yayımladı ama ashında gözlemlerine devam etti. Ancak başka işlerle öyle meşguldü ki yayın yapamadı.

Mendel ayrıca, yeraltı sularının düzeyindeki değişikliklerle bazı salgın hastalıklar arasında bağlantı olduğunu ilişkin bir makale okuması üzerine uzun yıllar kuyulardaki su düzeylerini gözlemedti. 1865'ten 1881'e kadar manastırın kuyusunun su düzeyini izledi. Bu çalışmalarında herhangi bir sonuca ulaşmadıysa da çabaları, doğa olaylarıyla ilgili veri toplama ve bunlarda belli bir düzen olup olmadığını ortaya çıkarma tutkusunu yansımaktadır. Elde ettiği veriler çok sonra, genetik çalışmalarından dolayı ün kazanmasının ardından yayıldı.

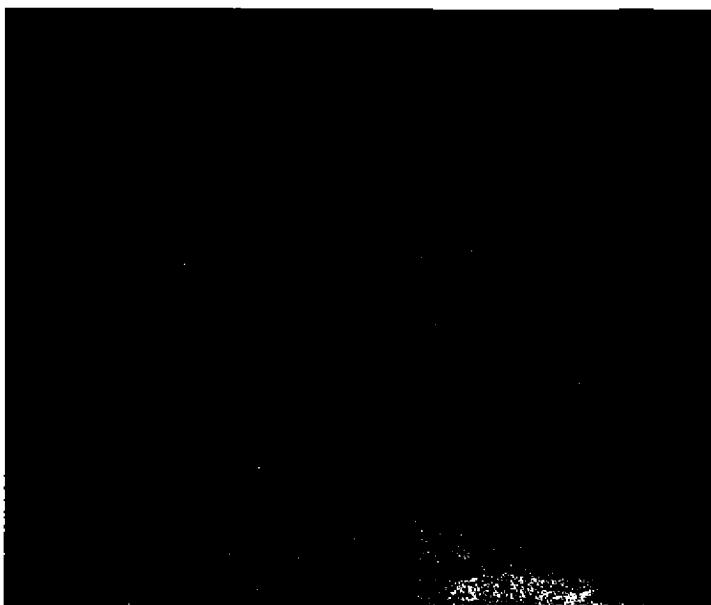
Mendel bunların yanı sıra, hevesli bir amatör gökbilimciydi. Meteoroloji araştırmaları ile gökbilim arasındaki bağlantı noktası güneş lekeleri, yani Güneş'in yüzeyinde gözlenen koyu renkli lekelerdi. Güneş lekele riyle hava durumu arasında bağlantı olduğu fikri yeni ortaya atılmıştı. Mendel 1882 yılı Ocak ayından Kasım ayı sonuna kadar güneş lekeleriyle ilgili gözlemlerini titizlikle kaydetti. Ne var ki bu gözlemlerin ancak çok küçük bir bölümü günümüze ulaşabildi. Mendel'in gökbilim çalışmalarında ne kadar ilerlediği de bilinmiyor. Ancak teleskopu bugün elimizde ve Brno'da sergileniyor; ama bunun asıl nedeni Mendel'in kullandığı eşyalardan biri olması.

Mendel'in çoğu tarımla ilgili olan araştırmaları arasında arıcılık da vardı. O sırалarda, arıcılıkla uğraşanlar değişik ırktan arıları çaprazlayarak bal verimini artırmaya çalışıyordu. Brno'da 1854 yılında, Mendel'in sefeli Başrahip Napp'in çabalarıyla bir arıcılık birliği kurulmuş ve yine Napp'in önderliğinde Brno'da 1865 yılında arıcılıkla ilgili ulusal bir kongre toplanmıştı.

Babası da bahçesinde arı yetiştiren Mendel konuya yabancı değildi. 1865'teki toplantıdan sonra Mendel manastırın bahçesinde içine arı kovanlarının yerleştirildiği bir arı evi yaptırdı. Bu bina bugün hâlâ ayaktadır. Mendel buradaki her kovanı numaralandırarak, ana arıların yerleştirilmesi, oğullar, arıların özellikleri ve başka öğeler hakkında kayıtlar tuttu. Yazısında, "Her arıcının deney yapması gereklidir, çünkü başarılı sonuçlar elde etmenin tek yolu budur." demiştir.

Mendel Kıbrıs, Misir ve hatta Güney Amerika arılarını birbirleriyle çaprazlamıştı. Hedefleri arasında, bal üretim miktarını artırmanın yanı sıra bezelyeler üzerindeki çalışmalarının sonucu olan kalitim kuramını doğrulamak da vardı. Perde ve kapılarla, çiğleşmeyi kontrol edebilmesini mümkün kılan ustalıkla bir kafes geliştirdi ve çiğleşmeleri en iyi nasıl denetleyebileceğini araştırdı. 20. yüzyılın arıcılık araştırmacılarının bulgularına çok benzer sonuçlar elde etti.

Mendel arıcılıkla ilgili önemli araştırmalarından birini Brno Teknoloji Enstitüsü'nde doğa tarihi öğretmeni olan Anton Tomaschek'le yaptı. *Trigona lineata* adı verilen bir tropikal arı türüyle çalışıtlar. Mendel bu arılar için yeni ve özel bir kovan geliştirmiştir. Arıların petekleri, üremeleri, çaprazlanmaları ve bal üretimi konularında yazdıkları makaleler zooloji dergilerinde yayımlandı. Dergilerden birinin editörü şunları yazmıştır: "Tri-



Mendel'in manastının bahçesindeki arı evi Orta Avrupa'nın ilk arı araştırma merkezi sayılabilir.

gona arılarının Avrupa iklimine alıştırılması konusunda Tomaschek'le Peder Mendel'in yaptığı deneylerin bilimden sonuç alınması yolunda çok başarılı olduğunu kabul etmeliyiz."

Mendel'in arılarla ilgili araştırma yapmasının bir nedeni de değişik ırktan balarlarını çaprazlayarak kendi kalıtım kuramını kanıtlamaktı. Bu melezlemeler için, bir anaarının başka bir ırktan erkek arıyla çiftleşmesine imkân verecek özel bir kafes yaptı. Mendel'i 1879 yılında ziyaret eden Macar arı yetiştircisi Franz Kuehne gördükleriyle ilgili olarak bir yazı yazmıştı. Çiftleşme kafesini "çok zekice" şeklinde nitelendiren Kuehne, bu na rağmen Mendel'in çiftleştirme deneyinin başarısız olduğunu belirtmişti. Anaarı kafesteki erkek arıların yanına yaklaşamadan ölmüştü. Mendel bu başarısızlığını şöyle açıklamıştı: "Çeşitli kovanların bal toplayan arıların indiği bölümlerinden alınan arılar daha önce serbestçe uçmanın zevkini tatmışlardı. Bu yüzden, kapah

bir yerde, çifteleşme gibi önemli bir işe girişmekte istekli değillerdi."

Kuehne ziyaretinden sonra Mendel'le bağlantısını sürdürerek ona, daha sonraki deneylerin başarılı olup olmadığını soran bir mektup gönderdi. Mendel cevabında deneylerin yine başarısız olduğunu belirterek, "Geçen yıl sorun erkek arılardaydı, bu yıl ise anaarısı." diyordu. Mendel'e göre anaarı "ateşli aşıklarına tamamen ilgisiz kaldı ve sürekli kafesten kaçmaya çalıştı." Bu durumu, serbestçe uçmanın tadını alanın bu kez anaarı olduğunu ve bunun için kapalı bir yerde çifteleşmeye yanaşmadığı şeklinde açıklıyordu.

Mendel yeni kafesler ve yeni anaarı-erkek arı çiftlemeyle çifteleştirme çalışmalarını sürdürdü. Sonunda arıları çaprazlamayı başardı ve arı üreticiliği ile yetiştirciliği konusunda uzman olarak kabul edildi.

Mendel bu çalışmalarından dolayı ulusal arıcılık birliğinin onursal üyesi oldu ve 1871 yılında da başkan yardımcısı seçildi. 1874'te kendisine başkanlık önerildi, ama o kabul etmedi. Bir süre sonra da, bitkilerle ilgili çalışmaları üzerinde yoğunlaşabilmek için arıcılık çalışmalarının büyük bir kısmına son verdi.

Mendel, yöredeki yetiştircilerle birlikte çalışarak, çiçek özellikle de küpeçiceği yetiştirmesiyle ilgili birçok araştırma yaptı. Bitki yetiştircisi Johann Twardy'yle de çalıştı. Twardy'nin kızı daha sonra, Mendel'le babasının çalışmalarla ilgili olarak sık sık bir araya geldiklerini, geniş kapsamlı sonuçlar elde etmek için bitkilerde yapay çaprazlama ve yapay seçilim uygulamak üzere işbirliği yaptıklarını yazmıştı. Mendel'in Twardy'lerin bahçesini sık sık ziyaret ettiğini belirtiyordu.

Twardy bir malikânedede bahçivanken daha sonra Avrupa'nın en tanınmış çiçek yetiştircilerinden biri olmuştu.

Yetiştirdiği yeni çiçek çeşitlerine çoğu Galileo ve Alexander von Humboldt gibi bilim adamları olmak üzere ünlü kişilerin adlarını veriyordu. Katkılarından dolayı Mendel'i takdir ettiğini göstermek için de, 1882 yılında yeni bir küpeçiçeği çeşidine onun adını verdi. "Piskopos Mendel" adını taşıyan bu çiçeğin çok büyük, "renge uçuk maviden mora doğru koyulaşan, gösterişli, olağan yapida, taç yaprakları ince, çok güzel ve erken çiçek açan" bir çeşit olduğu belirtilmişti. Bu çesidin günümüze ulaşmadığı sanılıyor.

Ancak Mendel bitki yetiştircisi olarak asıl meyve ağaçlarına ve üzüm asmasına ilgi duyuyordu. Manastırın bahçesinde 500'den fazla elma, armut ve kayısı fidanını yetiştirmiştir. Mendel 1883 yılında, Viyana yakınlarındaki Hietzing'de yapılan Bahçıvanlar Birliği toplantılarında yeni elma ve armut ağaçlarını sergilemiş, kendisine bir ödülle birliğin madalyası verilmiştir. Mendel'in yarattığı bu yeni meyve ağaçları çeşitleri 20. yüzyılda da birçok bahçede yetiştiriliyordu.

Mendel 1870 yılında Moravya ve Silezya Tarım Cemiyeti merkez komitesine seçildi. Üyeliği daha sonraki seçimlerde de devam etti ve 1872 yılında cemiyetin başkan yardımcısı oldu. Sonraki yıl resmen başkan vekilliğine getirildi. 1882 yılında başkanlık teklif edildiyse de bunu sağlam sorunlarını ileri sürerek geri çevirdi. Ölümüne yol açan hastalığı ortaya çıkıncaya kadar cemiyetin toplantılarına katılmaya devam etti.

Mendel aynı zamanda iyi bir yurttaştı. Doğum yeri olan Hyncice'de sık sık çıkan ve halkı daha da yoksullaştıran ve genellikle evsiz birakan yangınlarla mücadele edebilmek için bir itfaiye birliği kurulmasını önererek gerekli araçların alımına katkı amacıyla manastırın kaynaklarından 1500 gulden sağlamayı önerdi. 1882 yılı

Haziran ayında önerisi kabul edilerek yanın söndürme pompaları Hyncice'ye getirildi. Mendel'e minnettar olan köylüler onu iftaiye birliğinin onursal üyesi yaptılar. Bu da onu çok memnun etti.

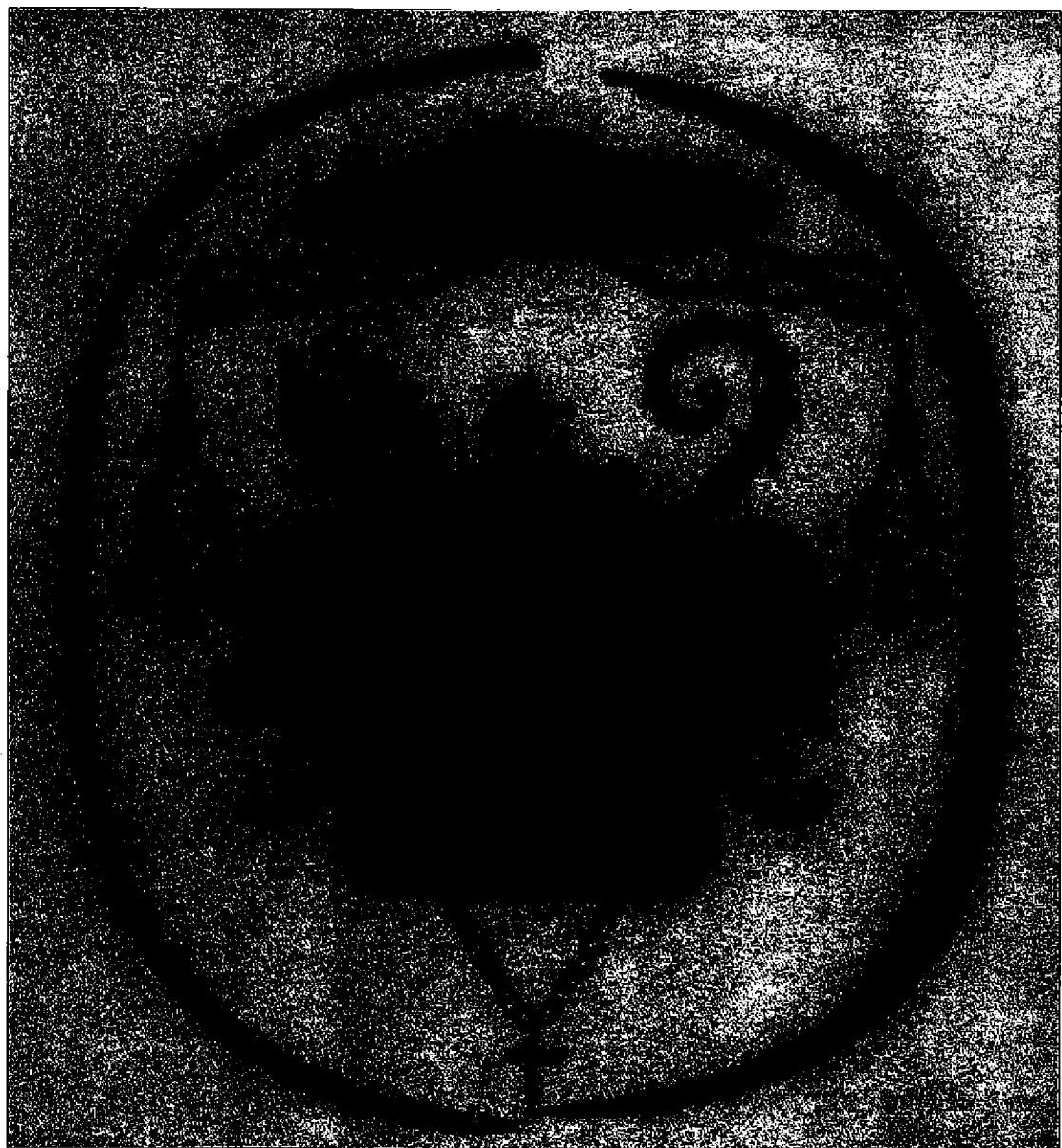
Mendel'in rahiplik göreviyle ilgili duygularını da, bir paskalya vaazı için hazırladığı, günümüz'e kadar ulaşan taslaktan çıkarabiliriz. Mendel bu metinde Hazreti İsa'nın çarmıha gerilip öldükten sonra dirildiğinde Mecdelli Meryem'e bahçıvan olarak göründüğüne dikkat çekiyor. Şöyle diyor: "Bahçıvan tohumları ya da fideleri önceden hazırlanmış toprağa eker ve diker. Tohumun büyütülebilmesi için toprağın fiziksel ve kimyasal bir etki yapması gereklidir. Ancak bu yeterli değildir. Büyümenin gerçekleşmesi için bunlara güneşin ısısı ve ışığıyla yağmurun da eklenmesi gereklidir." Mendel, doğanın dünyasına ait bu görüntüyü, "doğaüstü yaşamın tohumunun, yani kutsayan lütfun insan rubuna nasıl konulduğunu" göstermek için kullanmıştı. Mendel bir rahip olarak da, bitkilerle yaptığı çalışmalara göndermede bulunuyordu.

Mendel Hyncice'ye son kez 1873'te, yeğeni Alois Sturm'un nikâh törenini yönetmek üzere gitti. Yeğenleri Brno'yu ziyaret ettiğlerinde dayılarına yakın olabilmek için manastırın karşısında bir oda kiralıyorlardı. Mendel onlarla satranç oynamaktan ve onlara çözümü zor satranç problemleri sormaktan hoşlanıyordu.

Böylece Başrahip Mendel'in yararlı ve verimli bir yaşamı oldu. Ara sıra bilimsel çalışmalarından bazılarıyla manastır duşindaki dünyanın dikkatini çekmeyi bile başardı. Ama en önemli araştırmasına, yani yeni bir bilim dalının temelini atacak ve ilkelerini oluşturacak olan kalitumla ilgili çalışmalarına dünya hemen hemen hiç ilgi göstermedi. Ayrıca karıştığı etnik ve siyasi tartışmalar

da sağlığını etkilemeye başlamıştı. Sigara tiryakisi olmuştu ve içtiği sigaraların sayısı günde 20'yi buluyordu. Yeğenlerinden Alois Schindler, Mendel'in nabzının sık sık 120'nin üstüne çıktığini söylüyordu oysa normal bir nabız 100'ün epey altında olmalıydı.

Mendel son yıllarda genellikle yalnız bir yaşam sürdürdü. Viyana'ya gidip gelirken Brno'da mola veren yeğenlerinin ziyaretlerini dört gözle bekliyordu. 1883 yılında yazdığı mektupta yeğeninden, ailesinin bahçesindeki eski meyve ağaçlarından aşı getirmesini istiyordu. Böylece ağaçları manastırda yetiştirebilecekti. Bu, yazdığı son mektuplardan biri oldu.



Başrahip Gregor Mendel'in resmi arması. Ortadaki karenin sol üst köşesinde kendine simge olarak seçtiği kılıççılığı görülmektedir. Sağ alt köşedeyse Hıristiyan inanışına göre Tanrı'nın ölümsüzlüğünü ve sonsuzluğunu simgeleyen, Yunan alfabetesinin ilk ve son harfleri alfa ile omega yer almaktadır.

Mendel'in Son Yılları

Mendel son yıllarını, Viyana'daki yeni hükümetle arasında sürüp giden anlaşmazlık yüzünden sıkıntılı geçirdi. Yeni yönetim 1875 yılında manastırın, mülklerinden dolayı vergi ödemelerini öngören bir yasayı kabul etmişti. Bu vergi Brno manastırı için yılda 7330 gulden olarak belirlenmişti. Ülkede bu vergiyi ödemeyi reddeden tek başrahip Mendel'di ve bu tutumunu ölünceye kadar sürdürdü. Bazıları onun bu tavrını onaylamıyordu. Cemaat üyeleri yasanın Mendel'in desteklediği liberal parti tarafından çıkarıldığına dikkat çekiyordu. Avukatlar bu savaşa hiçbir zaman kazanamayacağını söylüyordu. Ancak Mendel caymadı ve "inatçı rahip" olarak anılmaya başladı. 1877 yılında hükümete yaptığı bir başvuruda, bu mücadele yüzünden vaktinden önce saçlarının beyazladığını ve yaşlandığını yazmıştı. İnsanlar onu tuhaf bir kişi olarak görmeye başlamıştı. Bir avukat, hakkında şunları yazmıştı: "Her şeye rağmen, vergiyi ödemeyi ölümüne kadar reddetti. Vergiyi getiren yasaya karşı son yazısını

1883 yılı Mayıs ayında yazmıştı. Haziran ayında yerel yönetim, Brno Piskoposuna, bu anlaşmazlığı sona erdirmek için bir şey yapıp yapamayacağını sordu ve vergi tutarının hatırı sayılır derecede indirilebileceğini ima etti. O sıralarda Mendel çok hastaydı ve manastırın parasal işlerini Ambrose Poye adında başka bir rahip yürütüyordu. Poye Mendel'in itirazını reddeden yazlığını ona göstermedi. Yazlığını, başrahibin ağır hasta olduğunu belirterek ve doktorun raporunu da ekleyerek yerel yönetim geri gönderdi. Raporda, Mendel'in durumu, "duygusal sıkıntı verecek her türlü durumdan kaçınılmasını ve kesin istirahati gerektiriyor." deniyordu. Poye Viyana'ya da istenilen vergi tutarına itirazda bulunan bir yazı gönderdi. Sonunda Mendel'in halefi vergiyi ödedi ama 1880'li yıllar için manastırda vergi alınmadı.

Mendel'in Brno manastırı için yaptıklarının bir kısmı bugün hâlâ görülebilir. 1870 yılındaki hortum sırasında hasar gören rahiplerin meclis toplantı salonunun çatısı Mendel tarafından sadece onartılmakla kalmamış aynı zamanda tavan onun önerdiği resimlerle süslenmişti. Tavanın ortasında Aziz Augustinus'la annesi Azize Monica'nın portreleri yer alıyordu.

Köşelerdeki resimler ise Mendel'in bilimsel meraklarını yansıtıyordu. Birinde meyve ağacının aşılanması, diğerinde meteorolojiyle ilgili araçlar, bir küre ve haritalar, üçüncü köşede eski ve yeni arı kovanları, dördüncüde ise tarımın koruyucusu Aziz İsidore'nin resmi yer alıyordu.

Mendel'in Brno manastırına yaptırdığı tavan resimlerinden ikisi. Bu sayfadakinde tarımın koruyucusu Aziz İsidore, yan sayfada yer alanda yeni ve eski arı kovanları görülmüyor.

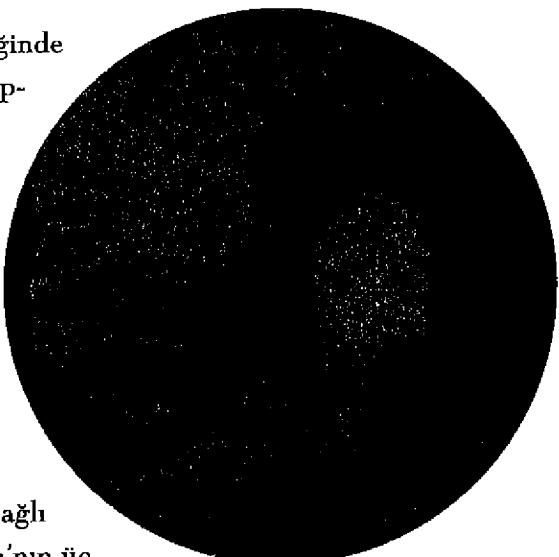


Yıllar sonra salon yenilendiğinde resimler kaldırılmıştı, ama rahiplerden biri, fotoğraflarını çekmeyi akıl etmişti. Sonraları Mendel'in ünү yayıldığında resimler yeniden yapıldı. Ziyaretçiler bugün hem bunları, hem de Mendel'in manastırın kütüphanesine yaptırdığı ve özgün şekilde günümüze ulaşan resimleri görebilirler.

Başrahip Mendel ailesine bağlı bir insandı. Kız kardeşi Theresa'nın üç oğlunu Brno *Gymnasium*'nda okuttu. En büyükleri Johann'a Brno Teknik Üniversitesi'ndeki eğitimi süresince destek sağladı, diğer ikisine de Viyana'da tıp eğitimi görürlerken para yardımında bulundu. Mendel son mektuplarından birini, yeğeni iç hastalıkları konusunda ders veren doktor Alois Schindler'e yazmış ve onu mesleğiyle ilgili bir konuyu görüşmek üzere Brno'ya çağrırmıştı. Bu konu Mendel'in böbrek rahatsızlığının tedavisiydi. Alois kendisine, yapılacak pek bir şey olmadığını söyledi. Alois daha sonra dayısının ölümünü soğukkanlılıkla, kaçınılmaz bir olay olarak görerek beklediğini anlatmıştı. Ancak Mendel'in ısrarla istediği bir şey vardı: Hastalığının iç yüzünün ortaya çıkarılması için ölümünden sonra kendisine otopsi yapılması.

Bu ayrıntılar uzun yıllar sonra, Mendel'in büyük bir bilim adamı olduğu anlaşılınca açıklandı. Birdenbire yarım yamalak amılar önem kazanmıştı.

Mendel'in yıllardır çektiği böbrek rahatsızlığı 1883 yılında şiddetlendi. O yaz Roznov kentindeki bir kaplıcaya gittiye de pek faydasını göremedi. Sonbaharda



Mendel'in yeğeni Dr. Alois Schindler (soldakî) 1902 yılında dayısının yaşamöyküsünü kitaplaştırdı. Bilim adamları Mendel'in çalışmalarına ilgi duymaya başladıkça çeşitli ülkelerde yapılan birçok yayında bu kitap temel alındı.



manastırın bahçesine çıkamaz hale gelmişti. 20 Aralıktı eski bir öğrencisine yazdığı mektupta meteorolojik gözlemlerini sürdürmediğini belirterek şöyle diyor- du: "Bu dünyada bir daha görüşmemiz mümkün görünmediğinden, sana elveda demek istiyor ve meteoroloji tanrılarından seni kutsamalarını diliyorum." Mendel'in son mektubu yeğeni Alois Schindler'e yazdığı ve onu Brno'ya çağrırdığı mektuptu. Alois Mendel'i ziyaret ettiğinde onun metanetle ölümü beklediğini, sağlığını tehdit eden durumlarda pek bir değişiklik olmadığını

gördü. Mendel'in durumu 4 Ocak 1884 günü ağırlaştı ve Mendel iki gün sonra da sabahın erken saatlerinde öldü.

Mendel'in ölüm nedeni kronik böbrek iltihabı ve aşırı kalp büyümesi olarak kayda geçti. Ölümüyle ilgili olarak bir Brnolu tarafından yazılan ve yakın zamanda ortaya çıkarılan bir tanıklık şöyle: "Mendel'in bakımıyla annem ve bir rahibe görevlendirilmişti. Bu yüzden Mendel'in son saatlerini annem sık sık anlatırdı. Başrahibin ayaklarına sarılan ve her gün birkaç defa değiştirilmesi gereken sargıları annem yıkıyordu. Esas olarak ayaklarında olmak üzere vücutunda su kaybı vardı. Hastahlığı uzun sürdü ve ıstıraplıydı, ama neredeyse hiç şikayet etmedi. Zamanının çoğunu koltukta oturarak geçiriyordı, yatağına ancak uykusu geldiğinde yatıyordu. Son gün sargıları neredeyse hiç ıslanmamıştı. Annem "Efendim, bugün ayaklarınız neredeyse kuru." dedi. Başrahip ise "Evet iyileşme var." diye karşılık verdi. Ancak daha sonra rahibe yatağı düzeltirken onu koltukta oturur durumda ölmüş olarak buldu."

Cenaze töreni 9 Ocak'ta yapıldı. Törenin hükümet yetkilileri, Katolik Kilisesi'nden ve öteki dinlerden din adamları, ilgili bulunduğu birçok kurumun temsilcileri ve her zaman yardımına koştuğu yoksul insanlar katıldı. Törenin ardından cenazeye katılanlar tabutun ardından, Mendel'in defnedildiği Merkez Mezarlığı'na yürüdüler. Tabut burada mezarlığın manastırı ait bölümüğe konuldu. Mendel'in mezarı bugün de aynı yerdedir.

Yerel gazetede Mendel için yayımlanan taziye yazısında şöyle deniyordu: "Ölümüyle yoksullar bir yardımseverden, insanlık da sıcak bir dost, doğa bilimlerine düşkün ve örnek bir rahip olan soylu kişilikli bir adamdan yoksun kaldı."

6.

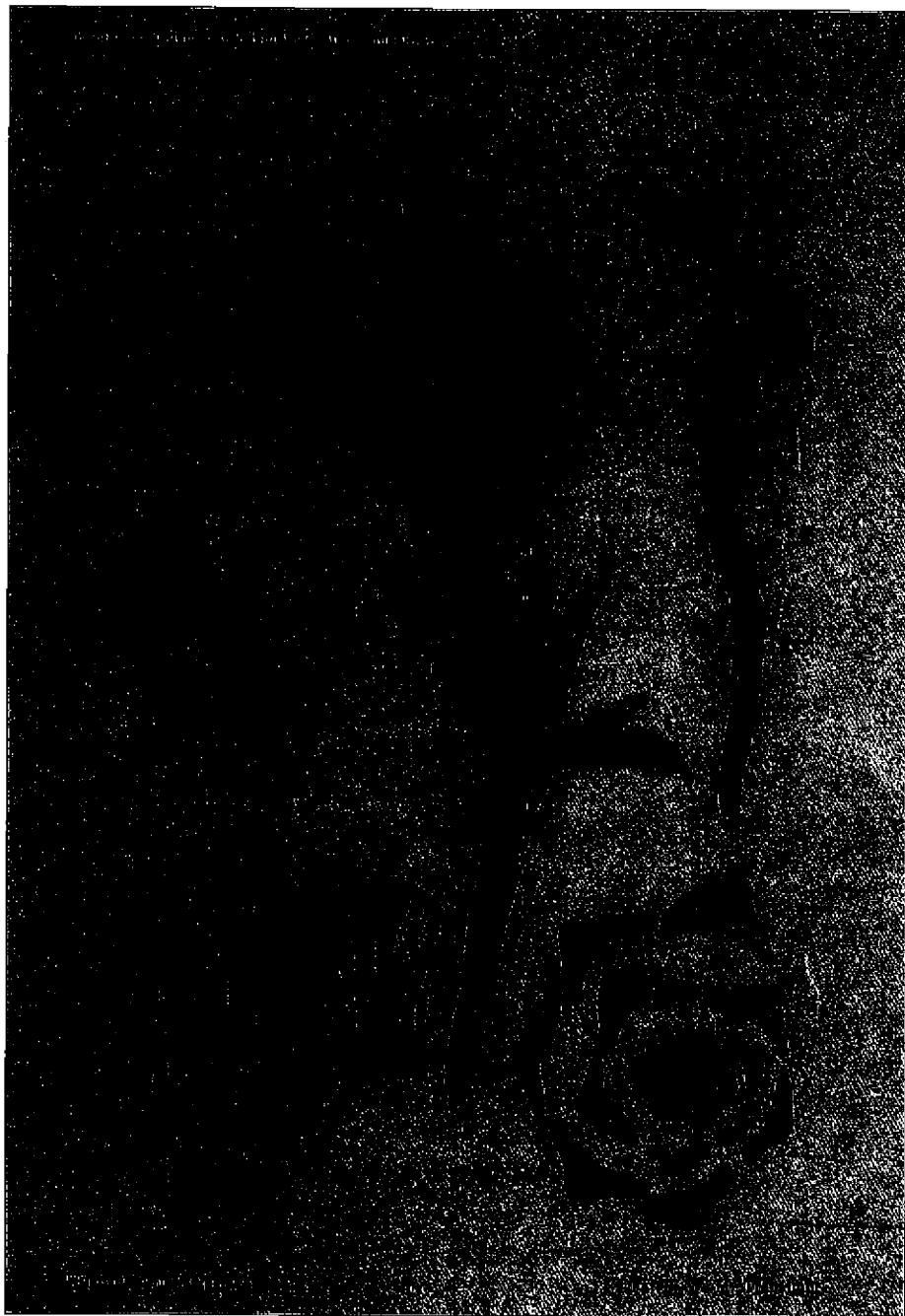
BÖLÜM

Mendel Yeniden Keşfediliyor

Mendel'in çalışmaları ölümünden 30 yıl kadar sonra, birkaç yıllık bir süre içinde ve sadece bir değil üç kez, üç ayrı araştırmacı tarafından yeniden keşfedildi.

Neden bu kadar gecikmişti? Brnolu biyolog Gregor Niessl, 1903 yılında Mendel'in bulgalarının yaşadığı "çağın ruhu"na uymadığını yazmıştı. "Çalışmaları iyi biliyordu ancak zamanın birbiriyle çatışan ve birbirini dışlayan görüşlerinin ortaya çıkardığı önyargılar yüzünden bilmeyden geliniyordu." diyor Niessl. "Uzun yıllar süren ilişkimizden biliyorum ki Mendel, bitkilerle ilgili yayınlarının hemen fark edilmemesinden dolayı hayal kırıklığına uğramamıştı. O zamanlar yeni bitki formlarının oluşumunu açıklamak için neredeyse yalnızca, genel kabul gören Darwin'in hipotezlerine başvuruluyordu."

Mendel'le çalışmaları hakkında sık sık görüşen başka bir bitki yetiştircisi de onun şu basit sözlerini aktarmıştı: "Bir gün beni anlayacaklar." Ne var ki, Mendel'in



Hugo de Vries'in 1920 yılında yayımlanan bitki çizimleri, onun bitki türlerinde iç yapıyla dış görünüş arasındaki bağlantıya duyduğu ilgisi gösteriyor.

fark edilmesindeki gecikme kendisinden de kaynaklanmış olabilir. Mendel yaşamının son yıllarda tanınmış bilim adamı Karl Nägeli'yle düzenli olarak yazışmıştı. Nägeli'ye yazdığı mektuplarda *Pisum* dışındaki bitki türleriyle yaptığı deneyleri ayrıntılı biçimde anlatmıştı. Bu mektupların hepsi birazcık değiştirilerek bilimsel birer makale olarak yayımlanabilirdi. Ama nedendir bilinmez Mendel bunları yayımlayarak çalışmalarının Avrupa'daki bilim çevreleri tarafından da öğrenilmesini sağlamak için hiç çaba göstermedi. Nägeli'ye yazdığı ilk mektuplardan birinde sadece yaptığı deneyi anlatmakla kalmamış bir paket de tohum göndererek onu da aynı deneyi yapmaya çağırmıştı. Ancak Nägeli bu çağrıya uymadı, Mendel de önerisini bir daha dile getirmedи.

Bir kez de, Heinrich Hoffmann adındaki bilim adamı 1869 yılında yayımladığı bilimsel bir makalede Mendel'in bitkilerle ilgili çalışmalarından söz etmişti. Melez bitkilerde kalıtımıla ilgili Mendel yasaları hatalı anlatılmışsa da bu önemli bir göndermeydi. Bu durum Mendel'i Hoffman'ın hatasını düzeltmek için son deneylerinin sonuçlarını yayımlamaya itebilirdi. Ama bunu yapmadı. Kuramı, fark edilmek için ölümünden sonra 16 yıl, yani 1900 yılına kadar beklemek zorunda kaldı.

Uzun bir süreç olan Mendel'in çalışmalarının yeniden keşfi 1880'li yılların sonunda Hollandalı biyolog Hugo de Vries ile başladı. De Vries ucubeleşmiş bitki örnekleri toplayarak 1885 yılında az rastlanan bir devedikeniyile Mendel'inkilere benzer deneylere başladı. Daha sonra *Oenothera* bitkisiyle de deneyler yaptı.

Bu deneyler de Vries'i, bir organizmada yaşamı süresince çevrenin etkisiyle oluşan değişikliklerin sonraki kuşağa gecebildiği yolunda o zamanlar bilim çevrelerinde yaygın olan görüşü reddetmeye itti. De Vries buna



Hugo de Vries'in
Robert Kaster tarafından
mürekkepli
kalemle yapılmış
resmi. De Vries
resmin altına Fran-
sızca olarak şu söz-
leri yazıp imzalamış:
"Yaşamda her
olgunun dış etkenleri
olduğu gibi iç etken-
leri de vardır."

karşılık, canlı hücreler içindeki birimlerin kalıtımın bilgilerini taşıdığını söylüyordu.

De Vries, deneylerinden çıkardığı kalıtım kuramına "hücreçi pangenez" adını verdi. Pangenez de Vries'in bulduğu bir terimdi. Pangen adını verdiği kalıtım birimlerinin, türlerde görülen değişikliklerin sorumlusu olduğunu söyledi. 1889 yılında yazdığı bir yazıda şöyle de-

mişti: "Değişkenliğin başlıca iki etkeni mevcut pangenler arasındaki sayısal ilişkinin değişmesi ve yeni pangen çeşitlerinin oluşumu olmalıdır."

De Vries'e göre, bir türde ait bir bireyin kalıtımının temel birimi olduğuna ilişkin var olan inanış yanlıştı. O, bu temel birimin pangenler olduğunu düşünüyordu. 1889 yılına gelindiğinde, de Vries'in özel olarak çaprazlanmış bitkilerin genetiği üzerindeki çalışmaları, ortaya çıkan sonuçların yüzdesi bakımından, Mendel'in yıllar önce bulduğuyla benzerdi. Örneğin, de Vries, *Lychnis vespertina* ile *Lychnis vespertina glabra* bitkilerinin çaprazlanması sonucu elde edilen 392 bitkinin ilk türün tüylü özelliğini taşıdığını, 144'ünün de ikinci türün pürüzsüz özelliğine sahip olduğunu bulmuştu. Bu ise Mendel'in daha önce ortaya koyduğu üçe bir oranına yakın bir sonuçtu.

1900 yılında bir arkadaşı de Vries'e üstüne şu notu eklediği bir makale göndermişti: "Melez bitkiler üzerinde çalıştığını biliyorum. O yüzden, elimde bulunan, Mendel diye birine ait orijinali 1865 yılında basılmış bu makalenin ilgini çekebileceğini düşündüm." De Vries daha sonraları bir yazısında Mendel'in makalesinden ancak deneylerinin çoğunu tamamladıktan ve metinde belirtilen ilkeleri ortaya çıkardıktan sonra haberdar olduğunu belirtmişti. Ancak bu iddia hakkında kuşkular ileri sürülmüştür. De Vries'in Mendel'in çalışmalarından oldukça erken haberdar olduğunu, ondan geniş ölçüde bilgi aktardığını ve bu bilginin de bilimsel raporlarını oluşturmاسında önemli rol oynadığını gösteren belirtiler var.

De Vries'i ve çalışmalarını inceleyen bir bilim adamına göre, 1900'de *Pisum* makalesinin yeni baskısını görmek onu "çok rahatsız etmiş olmalı. (...) Yazıyı inceledikten sonra sayısal ayrisma oranı fikrini kullanmaya karar verdi. Hemen daha önceki deneylerinden seçtiği verileri ya-

yımladı ve ancak o zaman 3:1'lik ayrışma oranından söz ederek Mendel'in baskın ve çekinik terimlerini kullandı."

De Vries 1900'de yayınladığı bir makalesinde, kendi bitki çaprazlama deneylerinden elde ettiği sonuçları açıklamak için Mendel'in çalışmalarına açıkça atıfta bulunmuştur. Kendi deneylerini anlattıktan sonra şöyle demişti: "Bunlardan ve birçok başka deneyden, Mendel'in bezelyelerde saptadığı melezlerdeki ayrışma ilkesinin bitki âleminin geneline de uygulanabileceği ve türlerin devamını sağlayan taşıyıcıları oluşturan birimlerin araştırılmasında da bu yasanın temel öneme sahip olduğu sonucunu çıkarıyorum."

Mendel'in çalışmalarının yeniden keşfinde adı anılan ikinci bir bilim adamı da tanınmış Alman botanikçi Karl Correns'ti. Correns mısır ve bezelye bitkilerinde özelliklerin kalıtımı üzerinde çalışmalar yapıyordu. 1899 yılı içerisinde yaptığı araştırmalarda, baskın ve çekinik özelliklerle ilgili olarak kendisinin de üçe bir oranını bulduğunu ancak kesin bir tarih veremeyeceğini söylemiştir. Bilinen şu ki, Correns 1900'de, Mendel'in çalışmalarına atıfta bulunan de Vries'in makalesini okumuş ve hemen ardından "Değişken Melezlerin Döllerinin Davranışına İlişkin G. Mendel Yasası" başlıklı kendi makalesini yayımlamıştır. Correns ayrıca, Mendel'in yazısının "melez bitkiler üstüne şimdiye kadar yazılanların en iyilerinden biri" olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte 3:1 oranını Mendel'in çalışmalarından haberdar olmadan önce keşfettiğini söylemiştir. Daha sonra bir yazısında şöyle demişti: "Sabaha karşı yatağında uyanık yatar ve elde ettiğim sonuçları kafamdan geçirirken bu fikir beynimde şimşek gibi çıktı. Mendel'in çalışmalarını ilk kez ne zaman okuduğumu tam olarak bilmiyorsam da bundan birkaç hafta sonradı." Mendel'in kuramının

MENDEL HİLE YAPTI MI?

Mendel'in yayımladığı sayıları kuramına uygun olması için deney sonuçları üzerinde oynadığı iddiası saygın bir İngiliz bilim adamı olan Sir Ronald Fisher tarafından ortaya atıldı. Fisher kuşkularını ilk kez üniversitedeyken dile getirmiştir. 1911 yılında, Mendel'in *Pisum* makalesindeki istatistikleri hakkında şunları yazmıştır: "Mendel belki sadece şanslıydı. Ya da belki değerli Alman başrahip hata payı diye bir şey bilmediği için, kassisız olarak durumu kuşkulu olan bitkileri bir tarafa ayırmıştı ve bu da kuramını desteklemiştir." Fisher'in suçlaması uzun yıllar dikkat çekmedi. Ama Fisher'in 1936 yılında bir dergide, iddiasını ayrıntılarıyla ortaya koyduğu makalesini yayımlamasından sonra geniş çaplı bir tartışma başladı.

Fisher, Mendel'in baskın ve çekinik özelliklerin ortaya çıkışını araştırmak üzere ilk kuşak bitkileri çaprazladığı deneylerini ayrıntılı olarak inceledi. Yaptığı ayrıntılı istatistiksel çalışma sonunda, Mendel'in, yayımladığı sayıları rastlanıyla elde etmiş olma olasılığının sadece 30.000'de 1 olduğu sonucuna vardı.

Bazı bilim adamları da Fisher'i desteklediler. Amerikalı bilim adamı R. S. Root-Bernstein Mendel'in sonuçlarının "istatistiksel olarak olası görünmediğini" yazdı. Bunların Mendel'in bulgularını desteklemekte değil, sadece onun sınıflandırma yöntemi için ipucu olarak kullanılabileceğini söyledi.

Ancak genetikçilerin çoğu Mendel'in yanında yer aldı. Mendel'in bulgularını değerlendiren 15 kadar makale yayımlayan Amerikalı genetikçi Francis Weiling, Fisher'in incelemelerinde yanlış matematiksel yöntemler kullandığı sonucuna varmıştır. Weiling'e göre eğer uygun yöntem kullanılmış olsaydı Mendel'in bulgularına ve dürüstlüğüne kimse söz edemeyecekti. Diğer taraftan Fisher'in öğrencisi A. W. F. Edwards ise 1980'li yıllarda yazdığı bir yazında, Fisher'in kuş-



Sir Ronald Fisher'in 1943 yılında çekilmiş bir fotoğrafı.

kularını kötü bir şekilde dile getirmesinin bulgularının doğruluğunu değiştirmeyeceğini, Mendel'in elde ettiği sonuçların doğru olamayacak kadar mükemmel olduğunu söylüyordu. Edwards'a göre Mendel'in sayıları rastlantı belirlese olağanından daha çok kendi beklentilerine yakındı.

Mendel'in bulguları çarpıcıydı. Deneylerden birinde 5474 düzgün taneye karşılık 1850 buruşuk tane elde edilmişti ki burada oran 2,96'ya 1'di. Başka bir deneyde de Mendel 6002 sarı taneye karşılık 2001 yeşil tane saymıştı ve oran 3,01'e 1'di. Fisher ve onun gibi düşünenler bu sayıların, gerçek hayatta rastlantı sonucu ortaya çıkamayacak kadar beklentiye uygun olduğunu söylüyorlardı.

Tartışmaya siyaset ve ideoloji de karıştı. Sovyetler Birliği ve onun gündemündeki ülkelerde bazı biyologlar, komünizmin birkaç kuşak içinde, Darwin'e ve Mendel'e rağmen daha iyi bir insan nesli yaratabileceğini savunan Sovyet sahobilimci Trofim Lisenko'ya destek sağlamak için Mendel'e saldırıyla giriştiler. Sovyetler Birliği dağınıca bu saldırular da son buldu.

Günümüzde, Amerikalı genetikçi Sewall Wright'in uzun bir araştırma sonunda verdiği sonucu hemen hemen hiç kimse tartışmamaktadır: "Sonuçlarda hile yapılması yolunda kasıtlı bir çaba yoktur."

Fisher ise iddialarını hiçbir zaman geri almasa da sonunda, Brnolu başrahibin hakkını şu sözlerle kendince vermiştir: "1900 yılındaki mevcut veriler, Mendel'in katkısının biyoloji tarihinin en büyük deneysel ilerlemelerinden biri olarak tescil edilmesi için en azından yeterlidir."

genelleştirilmesinde Correns tek özellik için 3:1 oranını belirtmekle kalmayıp, Mendel'den sonra çoklu özellikler için 9:3:3:1 oranını da veren ilk kişi oldu.

Mendel yasalarının yeniden keşfiyle ilgili görülen üçüncü bilim adamı, Viyana'da araştırmalar yapan Erich Tschermak von Seysenegg'di. Tschermak 1898 yılında Viyana yakınlarındaki bir çiftlikte bezelyeler üzerinde deneylere başladı. Tschermak'ın Avusturya'da yayımlanan bir bilim dergisinde 1900'de çıkan yazısında bezelye bitkileriyle yaptığı çaprazlama çalışmaları sonucunda 1854 sarı taneli bezelyeye karşılık 660 yeşil taneli bitki üreterek 2,8'e 1 oranını elde ettiği, 884 düzgün taneli bitkiye karşılık 288 buruşuk taneli bitkiyle de 3,1'e 1 oranına ulaştığı belirtilmişti. Tschermak'ın Mendel'in bulgularına yazısında değinmesine rağmen, bunların ne kadarını yeniden keşfettiği, ne kadarını çaldığı konusuya hâlâ tartışılmıyor.

Bununla birlikte, Mendel'in ilkelerinin yeniden keşfi, sanılabileceği gibi basit ve dolayısız olmadı. Örneğin 1901 yılında de Vries başka bir bilim adamanı şunları yazmıştı: "Şu anda kitabımın çaprazlamaya ilgili ikinci bölümünü yazıyorum ve giderek daha iyi anlıyorum ki Mendelcilik çaprazlamanın genel yasaları için bir istisnadır. Kesinlikle tek yasa değildir. Sadece türe ait gerçek özellikler gibi sıra dışı durumlarda geçerli görülmektedir."

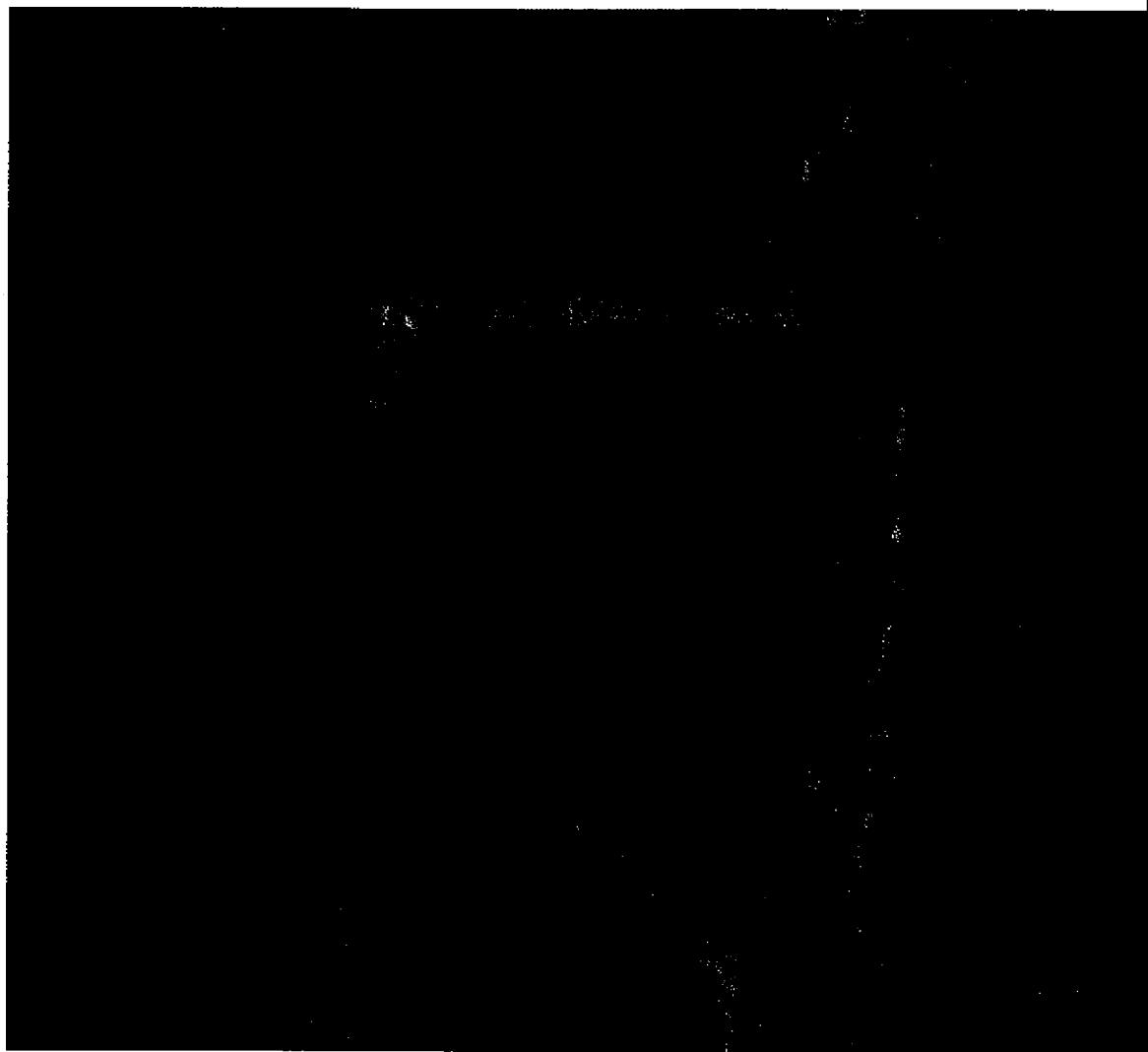
Correns'e gelince, o da daha sonraları bir yazısında şöyle demişti: "Mendel yasaları sadece bazı durumlarda uygulanabilir. (...) Bütün melezlerde her bir çiftin bunlara uyduğunu söylemek mümkün değildir."

Tschermak da aynı ölçüde ihtiyatlıydı. Bir yazısında bazı "eksiklik ve güçlüklerin" Mendel planının "genel geçerliliğini" bozduğunu söylemişti. Dolayısıyla Tschermak'ın Mendel'in yeniden keşfindeki rolü küçüktü.

Daha sonra yapılan incelemeler Mendel'i yeniden keşfeden bu üç kişinin çalışmalarını tartışmaya açıyordu. 1900'de yapılan bir inceleme, bu üç araştırmacılardan hiçbirinin çiftler halindeki, birbirinden bağımsız özelliklerin hücrelerdeki öğeler ya da genler tarafından kontrol edildiği ve döle, matematiksel bir ilişkiye (ünlü 3'e 1 oraniyla) aktarıldığı düşüncesine ulaşamadığını gösteriyor. 1980'li yıllarda yapılan çalışmalarında de Vries, Correns ve Tschermark'ın başlangıçta Mendel'in açıklamasının sadece bir kısmını kabul ettiklerini ve sonraları çalışmalarını sürdürdükçe aşamalı olarak tamamını benimsediklerini ortaya koydu. Mendel ölümünden 30 yıl sonra bile genetikle ilgilenen onde gelen bilim adamlarının ilesindeydi.

Mendel'in çalışmalarıyla ilgili son yorum, "onu yeniden keşfedenler"in, makalesini okuduktan sonra kendi yöntemlerini gözden geçirip düzelttikleri ve hepsinden önemlisi, elde ettikleri sonuçları Mendel'in yöntemlerini dikkate alarak yorumladıkları şeklindedir. Bir araştırmacı Mendel'in gözlemlerinin ve çözümleme yöntemlerinin yeni ve anlaşılmaması zor olduğunu, bunlarla melezleme konusundaki alışılmış düşünce kahipları arasında kolayca bağlantı kurulmadığını belirtmiştir.

1910 yılında İngiliz bilim adamı D. J. Scourfield yukarıda anlattığımız üç kişinin çalışmaları ve Mendel'in makalesinin keşfiyle ilgili son bulguları şöyle özetlemiştir: "O eski yazıyı okuduklarında çalışmaları boyunca bir türlü çözemedikleri bilmecenin anahtarının aslında orada saklı olduğunu fark edince ne kadar şaşırıklarını tahmin edebiliriz. Keşiflerini duyurmaktı zaman kaybetmediler ve böylece kalitum araştırmaları açısından Mendel çağının olarak adlandırılabilcek bir dönem başlamış oldu."



Bir bitkideki hücre bölünmesinin mikroskopla çekilmiş fotoğrafı. Ortadaki hücrede genetik malzemenin hücrenin iki kutbunda toplandığı görülüyor. Daha sonra ortada oluşacak zarla iki yeni hücre meydana gelecek.

Mendel'in Mirası

Genetikle ilgili ilk uluslararası kongre 1906 yılında Londra'da yapıldı. Aslında bu bilim dalına adı da bu kongrede verildi. İngiliz botanikçi William Bateson, bitki üretimi ve melezlenmesiyle ilgili yeni fikirlerin yeni bir bilim dalının doğuşuna yol açtığını belirterek bu dala *genesis** sözcüğünden türettiği genetik adının verilmesini istedi. Bateson, yeni bilim dalının adı, "çalışmalarımızın kalıtım ve farklılaşma olgusunu açıklamaya yönelik olduğunu yeterince ortaya koyuyor." dedi.

O tarihte, insanlarda görülen bir genetik hastalıkla ve bu hastalığın kalıtımıyla ilgili ilk tanım yapılmıştı. 1902 yılında İngiliz doktor Archibald Garrod, belirtisi hastanın idrarının havayla temas ettiğinde siyaha dönüşmesi olan alkaptonüri hastalığıyla ile ilgili gözlemlerini yayımlamıştı. Garrod, hastalığın kalıtımını çeşitli ailelerde birkaç kuşak boyunca izlemiş ve bunun "Mendelci çekinik bir özellik" (terim Mendel'e ait değildi) olarak aktardığını yazmıştır. Böylece insanlarda bir özelliğin Mendel yasalarıyla aktarılması ilk kez ortaya konuyordu.

* Genesis: (Yunanca kökenden Latince) doğuş, yaratılış. (ç.n.)



Sir Archibald Garrod
insanlarda hastalıkların
kalıtımını açıklamak için Mendel'in
kuramlarını genişletip
kullandı.

Garrod alkaptonürünün genetik işleyişini şöyle açıklamıştı: Bir metabolizma yolu üzerinde, yani vücudun temel işlevlerini yerine getiren bir dizi kimyasal değişim sırasında, belirli bir adımda tıkanıklık meydana gelmesi. Bu duruma bugün de kullanılmakta olan "doğuştan gelen metabolizma bozukluğu" adını vermiştii. Garrod, aralarında sistinüri (safra kesesinde aşırı miktarda taş oluşmasına yol açan bir hastalık) ile derinin renksiz olmasına yol açan albinizmin de yer aldığı doğuştan gelen başka bazı metabolizma bozukluklarını da tanımladı. 1990 yılına gelindiğinde mutasyonları metabolizma hastalıklarıyla bağlantılı olan 5000'den fazla genin tanımı yapılmıştı. Keşif çalışmaları bugün de devam ediyor.

Başından beri cevap bekleyen soru şuydu: Mendel'in "öğeleri" tam olarak nedir? Bu soruya, hücrenin bazı bölgelerince emilen ancak diğer bölgelerince emilmediyen boyalar kullanarak canlı hücrelerdeki süreçleri keşfeden Alman biyolog Walther Flemming 1879 yılında kısmen cevap buldu. Flemming özellikle, genellikle hücrenin ortasına yakın bir yerde yer alan, zarla kaplı bir bölüm olan hücre çekirdeğini incelemiştir. Kullandığı boyaların hücre çekirdeğindeki bir madde tarafından emildiğini fark eden Flemming bu maddeye Yunancada renk anlamına gelen sözcükten esinlenerek kromatin adını verdi. Yaşam çevrimlerinin farklı aşamalarındaki hücrelerle yaptığı deneylerde olağandışı bir dizi olaya tanıklık etti.

Önce kromatin ipliksi cisimler şeklinde toplanıyor, daha sonra hücre çekirdeğinin zarı çözünüyordu. Ardından Flemming'in, yıldızı benzer şeklinde dolayı "aster" adını verdiği bir cisim oluşuyordu. Aster ikiye bölündüyor ve bunların her biri hücrenin bir kutbuna gidiyordu. Bu iki aster parçasından çıkan ipliksi uzantılar kromatin iplikçiklerine yapışarak yavaşça kromatini böülüyordu. Flemming'in kromozom adını verdiği (yne Yunancada renk anlamına gelen sözcükten) bu iplikçikler kısa sürede hücrenin kutuplarına toplanıyorlardı. Ardından ortada bir duvar oluşuyor ve hücre ikiye bölündüyordu. Bu iki yeni hücrede kromozomların çevresinde yeni çekirdekler oluşuyordu. Bu sürecin sonunda iki hücrenin her birinde tam birer kromozom dizisi bulunuyordu.

1902 yılına kadar kimse Flemming'in gözlemlerine bir anlam veremedi. Bu tarihte Amerikalı bilim adamı Walter S. Sutton, Flemming'in kromozomlarıyla Mendel'in "öğeleri" ya da genleri arasında birçok ortak nokta bulunduğu ileri sürdü. Her ikisi de kuşaktan kuşağa aktar-

nin bir çeşidinin, S şeklindeki ölü bir çeşidi öldürücü bir hale dönüştürebileceğini bildirdi. Avery ve çalışma arkadaşları, bu dönüşümü sağlayan etkeni bulmak için işe koyuldular. Pnömokok bakterisini laboratuvara çögalttılar ve içindeki şeker ve proteinleri ayırdılar. Çünkü, yıllarca önce Almanya'da çalışan İsviçreli bilim adamı Johann Miescher'in bulduğu farklı bir tür molekülü incelemek istiyorlardı.

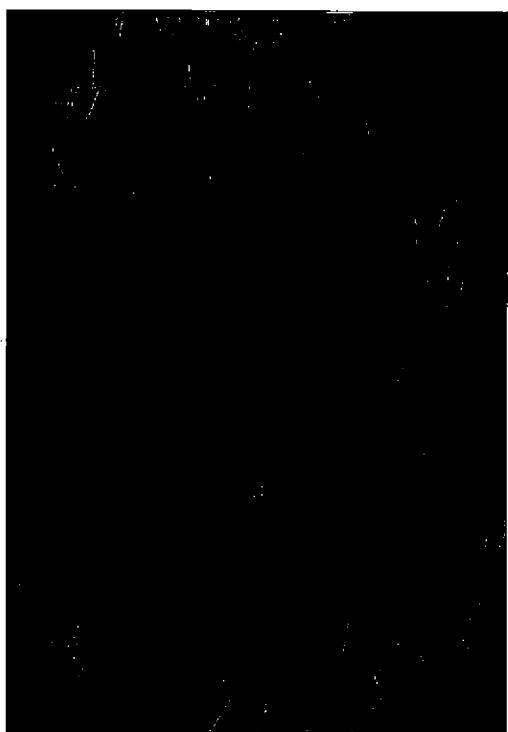
Miescher, hücre çekirdeğini incelerken, fosfor bakımından zengin büyük moleküllü yeni bir bileşik ayırtmış ve bunu nüklein adını vermişti. Bu, protein ile nükleik asit olarak adlandırılan başka bir bileşenden oluşuyordu. 20. yüzyılın başlarında nükleik asidin üç bileşeni belirlenmişti. Bunlardan biri riboz adı verilen bir şekerdi ve beş karbon atomundan oluşan bir zinciri vardı.

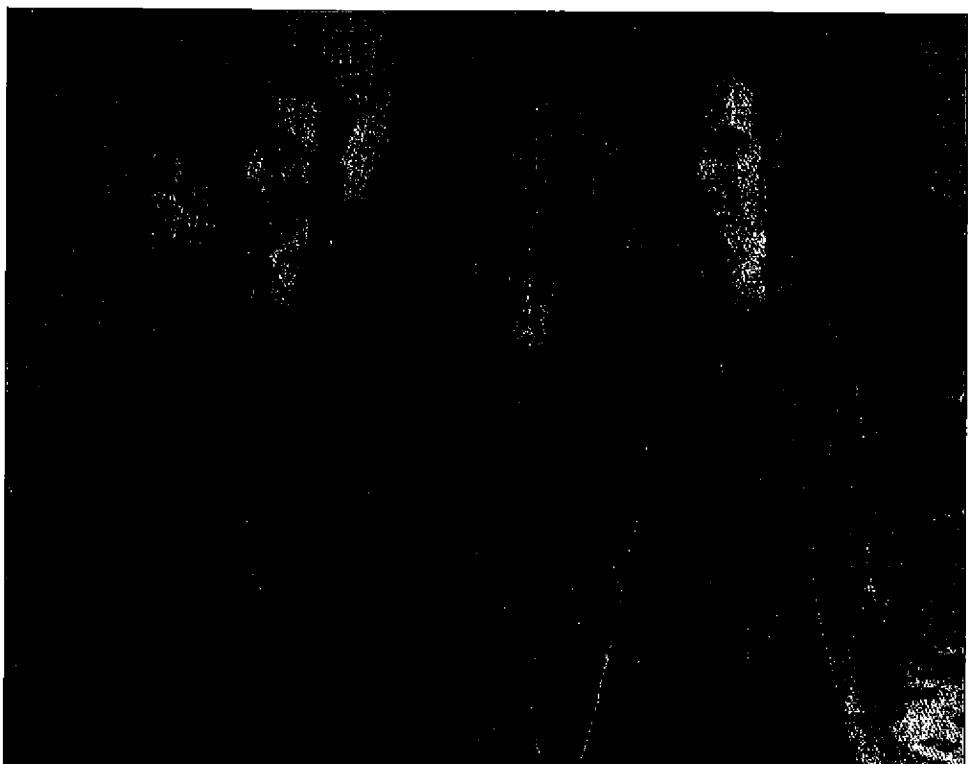
(Toz şekerin 12 karbon atomundan oluşan iki zinciri vardır.) İkinci bileşen bir fosfattı ve ortada bir fosfor atomu ve onu çevreleyen dört oksijen atomundan oluşuyordu.

Üçüncü bileşen ise baz olarak etki yapan organik bir bileşikti. Yüzyılın başlarında, bileşimleri biraz farklı beş baz tanımlanmıştı: adenin, guanin, sitozin, timin ve urasil. Bir birim nükleik asit bir şeker, bir fosfat ve bir bazdan oluşur.

Çok geçmeden iki çeşit nükleik asit bulunduğu anlaşıldı. Bunlardan biri eksiksiz bir riboz ünitesi içeriyordu ve ribonükleik asit

Watson ve Crick'in, bir DNA molekülinin iki ipiğinin dolanışını gösteren iki sarmal maketi.





Francis Crick (solda)
ile James Watson
bir yürüyüş sırasında.
Arkada Oxford'daki
King's College kilisesi.

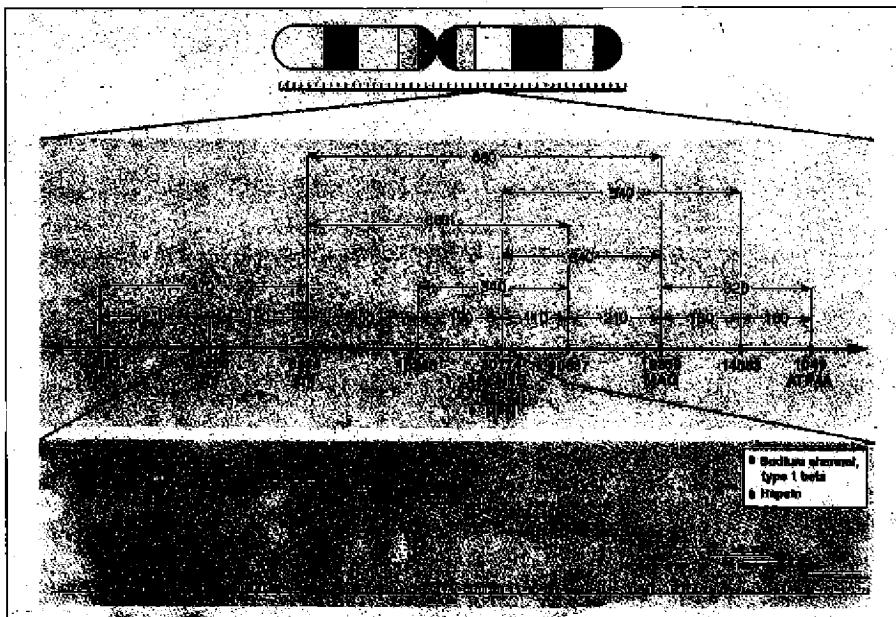
ya da RNA olarak adlandırılmıştı. Ribozunda bir oksijen atomu az olanaysa deoksiribontükleik asit (DNA) adı verilmişti. DNA, bazlarının arasında timinin bulunması ve urasillin yer almamasıyla da RNA'dan ayrılıyordu. Avery ve çalışma arkadaşları bir organizmanın genetğini kontrol eden aktarım ögesinin DNA olduğunu belirlediler. Ancak birçok biyologun DNA kuramına karşı çıkması yüzünden Avery'nin bulgularını yayımılama konusunda ihtiyatlı davranışması gerekti. Ama sonunda bulgular ortaya kondu ve kabul edildi.

DNA genetik bilgiyi nasıl aktarır? Bu sorunun cevabı başta İngiliz Francis Crick ve Amerikalı James Watson olmak üzere, DNA'nın temel yapısını keşfeden bir grup bilim adamı tarafından verildi. Bu yapı, ikili sarmal şeklinde birbirinin etrafında dönen iki uzun zincir-

INSAN GENOMU PROJESİ

Insan Genomu Projesi Gregor Mendel'in başlattığı çalışmaların son hedefidir. Amacı, insan kromozomlarındaki bazların dizilişini tam olarak ortaya çıkarmak ve bu kromozomlardaki bütün genlerin yerini belirlemektir.

Genom projesi 1980'li yılların ortalarında iki bilim adamlının, Santa Cruz'daki Kaliforniya Üniversitesi'nden Robert Sinsheimer ile Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı Sağlık ve Çevre Dairesi Başkanı Charles DeLisi'nin girişimleriyle doğdu. Sinsheimer, "Tarihte ilk kez canlı bir yaratık, kökenini öğrenmiştir ve geleceğini şekillendirmek için de işe koyulabilir." diyerek, Santa Cruz'da insan genomu üzerinde kapsamlı bir proje başlatılmasını önerdi. Geçmişinde atom bombasının geliştirildiği Manhattan Projesi de bulunan Enerji Bakanlığı, uzun süredir, radyasyonun biyolojik etkileri ve özellikle genetik mutasyon üzerine yapılan araştırmalara destek sağlıyordu. Genlerle kromozomları oluşturan DNA dizilerinin toplandığı bir veri merkezi olan GenBank'ı destekliyordu. DeLisi, bu programın insan genomundaki baz dizilişini eksiksiz olarak belirlemek için genişletilmesini önerdi.



İnsan hücresindeki 19. kromozomun metrik fiziki haritası. Bu, bilim adamlarının DNA bazlarının dizilişini ortaya koymak için kullandığı birçok çizim yönteminden bir tanesi.

1985 yılında Sinsheimer Santa Cruz'da insan genomu projesiyle ilgili bir toplantı yaparken DeLisi de 1986'da Los Alamos'ta aynı konuya ilgili bir çalışma grubu topladı. Her ikisinin de projeleri yeni geliştirilmiş rekombinant DNA teknolojisini temel alıyordu. Bu yöntemde bir DNA parçası genomdan kesilerek başka bir parçaya ekleniyordu. Kesme işlemi, kısıtlama (restriksiyon) enzimleri adı verilen proteinler tarafından yapılyor, bunlar DNA zincirini belli baz çifte-rinin yer aldığı noktadan koparıyordu. Rekombinant DNA genleri ayırmak ve işlevlerini belirlemek için de kullanılıyordu. 1980'li yıllarda Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde geliştirilen başka bir teknolojiyle de DNA bazlarının dizilişini belirleme işi otomatikleştirildi.

Kısıtlama enzimleri farklı bireylerden alınan DNA parçalarından oluşan " işaretler" yapmak için de kullanılabilir, çünkü aynı kromozomlardan alınan bu parçaların boyları her bireyde farklıdır. RFLP (*restriction fragment length polymorphisms*) ya da riflip olarak da adlandırılan bu DNA parçalarındaki boy farklılıklar herhangi bir genin haritalanmasını mümkün kılan genetik işaretlerin yapışal çerçevesini oluşturur. Sinsheimer ile DeLisi'nin önerilerini ortaya koyduğu 1980'li yılların ortalarında 1500 insan geninin şifrelenmesi tamamlanmıştır.

DeLisi'nin beş yıllık bir genom projesi önermesi üzerine 1987 yılında Enerji Bakanlığı Ulusal Laboratuvarları'nın içinde genom araştırma merkezleri kuruldu. Ulusal Sağlık Enstitüleri de aynı yıl bir program başlattı ve 1988'de de İnsan Genomu Araştırmaları Ofisi'ni kurdu. Başkanlığına, DNA'nın yapısını keşfedenlerden James Watson getirildi. 1991 yılına gelindiğinde genom projesi devlet tarafından yürütülen bir program olarak faaliyete başlamıştı. Enerji Bakanlığı ve Ulusal Sağlık Enstitüleri kendi çabalarına ek olarak bazı yeni ortak projelere de kaynak sağladılar.

Bu arada Avrupa'da 1988 yılında, Amerika'daki Howard Hughes Tıp Enstitüsü'nün yardımıyla İnsan Genomu Örgütü (Human Genome Organization-HUGO) adlı uluslararası bir kurum oluşturuldu. Önde gelen Avrupa ülkelerinin çoğu da kendi genom projelerini başlatmışlardır.

Günümüzde genom projesi uluslararası işbirliği ve koordinasyonla sağlam bir şekilde ilerlemektedir. DNA bazlarının dizilişile ilgili veriler, Los Alamos'taki GenBank ile Avrupa Moleküler Biyoloji Laboratuvarı'nın veri tabanlarına aralıksız olarak eklenmektedir. Projenin 21. yüzyılın başlarında tamamlanması bekleniyor. Ulaşılacak sonuç Gregor Mendel'in başlattığı çalışmalarla nokta koymayacak, aksine görebilseydi onun da takdirle karşılaşacağı yeni bir boyut katacak.

di. Bir zincirdeki her adeninin karşısında diğer zincirde timin yer alıyor, her guanin bir sitozinle eşleşiyordu. DNA genetik bilgiyi, hücre faaliyetinin büyük bölümünü yerine getiren protein moleküllerini kodlayarak aktarır. Bir protein molekülü aminoasit olarak adlandırılan birimlerden oluşur. DNA'nın üç nükleotitli birimleri insan hücrelerinde bulunan 20 değişik aminoasidi kodlar. Bunların genetik şifreleri bulundu ve biyologlar artık bütün aminoasitlerin üç bazlı şifrelerini biliyorlar. Bu bilgi birçok çalışma alanı yaratmıştır. Bunlardan belki en dikkate değer olanı, insan bedenindeki bütün kromozomların tam yapısını belirlemeye yönelik İnsan Genomu Projesi'dir. Bu proje tamamlandığında Mendel'in 150 yıl önce başlattığı çalışmalar doruğa ulaşmış olacaktır.

Bir doruğa ulaşmış olsa da bu sona gelindiğini göstermez. Kalitimın gizleri sonsuz; sorulara cevap arama ve bulunanları bitkilere, hayvanlara ve insanlara uyulama çalışmaları sonsuza kadar sürecek. Mendel'in bulguları da bu çalışma için gerekli temeli oluşturdu.

1822

Mendel doğdu.

1840

Opava *Gymnasium*'undan mezun oldu.

1843

Olomouc Felsefe Enstitüsü'nden mezun oldu.

1843

Brno'daki Augustinusçu Aziz Thomas manastırına katıldı.

1848

Rahiplerin yurttaşlık haklarının genişletilmesini talep eden dilekçeyi imzaladı.

1851

Doğa tarihi eğitimi için Viyana Üniversitesi'ne girdi.

1853

Öğretmenlik yapmak üzere Brno'ya geri döndü.

1853

Bitkilerde kalitim üzerindeki araştırmalarına başladı.

1862

Havayla ilgili gözlemlerini Avusturya-Macaristan Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin dergisinde yayımladı.

1865

Bitki mélézleriyle ilgili makalesi Brno Doğa Bilimleri Cemiyeti'nin dergisinde yayımlandı.

1868

Başrahip Napp öldü ve Mendel Brno manastırının yeni başrahibi seçildi.

1870

Moravya ve Silezya Tarım Cemiyeti Merkez Komitesi'ne seçildi.

1884

Mendel öldü.

1900

Mendel'in kalıntımla ilgili makalesi Hugo de Vries ve Karl Correns tarafından keşfedildi.

1902

Walther Flemming kromozomları gözlemledi.

1902

Walter Sutton kromozomların gen taşıyıcıları olduğunu belirledi.

1900'lü yıllar

Çeşitli bilim adamları RNA ve DNA'yı genetik bilginin taşıyıcıları olarak tanımlandı.

1953

James Watson ve Francis Crick deoksiribonükleik asidin (DNA) yapısal özelliklerini buldu.

Adenin, 92, 96
 Aminoasitler, 96
 Arı araştırmaları, 1, 62-64
 Aristoteles, 3, 4
 Astaurov, B. L., 7
 Augustinusçu Aziz Thomas Manastırı (Brno), 20
 Başrahip Mendel, 55-67
 manastır mensupları, 1
 Mendel'in deney bahçesi, 51
 Mendel'in manastırı giriş, 17
 tavan resimleri, 70, 71
 vergi anlaşmazlığı, 57, 69-70
 Avery, Oswald, 91, 92, 93
 Ayruşma İlkesi (Birinci Mendel Yasası), 42
 Aziz Augustine, 3

 Bağımsız Kalıtım Yasası (İkinci Mendel Yasası), 43
 Barina, Franz, 5
 Baskınlık İlkesi (Üçüncü Mendel Yasası), 43
 Bateson, William, 87
 Bazlar, 92
 Benary, Ernest, 39
 Bitki melezleme deneyleri,
 Gärtner'in, 37-38, 41, 50
 Kölreuter'in, 36-37, 41
 Mendel'in *Hieracium*la, 52
 Mendel'in *Pisum*la, 39-53
 Nägeli'yle birlikte, 78
 Tschermak von Seysenegg'in, 84, 85
 "Bitki Melezleri Üstine Deneyler" (Mendel), 46, 47
 Bitki türlerinin sınıflandırılması, 35
 Botanik Felsefesi (*Philosophia Botanica*) (Linnaeus), 34
 Botanik Mektupları (*Botanische Briefe*) (Unger), 31
 Buffon, George, 4

 Correns, Karl, 81, 84, 85
 Crick, Francis, 92, 93

 Darwin, Charles, 4, 26, 44, 45, 47, 76, 83
 De Vries, bkz. Vries, Hugo de

DeLisi, Charles, 94-95
DNA (deoksiribonükleik asit), 93, 94-95, 96
Doğa Bilimleri Cemiyeti (Avusturya-Macaristan), 59-60
Doppler, Christian, 28, 29
Doppler etkisi, 28

Edwards, A. W. F., 82, 83
Eichling, C. W., 39
Epigenez, 3, 4
Evcilleştirilmiş Hayvan ve Bitkilerde Değişim (*Variation in Animals and Plants under Domestication*) (Darwin), 45
Evrim kuramı, 4, 7, 26, 44-45

Felsefe Enstitüsü (Brno), 21
Felsefe Enstitüsü (Olomouc), 15, 16
Fenotip, 48
Fisher, Ronald, 82, 83
Flemming, Walther, 89
Fosfat, 92
Franz, Friedrich, 16

Garrod, Archibald, 87, 88
Gärtner, Carl, 37, 41, 50
Genetik,
 ilk uluslararası kongre, 87
 kromozom araştırmaları, 90-91
 ve kalıtsal hastalıklar, 87-88
 yasaları, 42-43, 47
 yeni bir bilim dalı olarak, 2, 5, 87
Genetik şifre, 96
Genler, 42-43, 47-48
 baskın genler, 41
 çekinik genler, 41-42
 mutasyon, 47
Genom Projesi, bkz. İnsan Genomu Projesi
Genotip, 48
Griffith, Frederick, 91
Guanin, 92, 96

Hava araştırmaları, bkz. Meteoroloji
Hippokrates, 3
Hoffman, Heinrich, 78
Hücre bölünmesi, 86-87

İkili sarmal, 92
İnsan Genomu Örgütü (HUGO), 95
İnsan Genomu Projesi, 94, 96

Janetschek, Clemens, 74
Joseph, II. (Kutsal Roma imparatoru), 19

Kalıtım kuramları, 3-4

Kalıtım,

- Ayrıca bkz. Genetik; Kalıtım
- Mendel'in yasaları, 42-43, 47-50
- ve özelliklerin matematiksel analizi, 2

Keller, Anton, 21

Klácel, Martin, 56

Knapp, Friedrich, 21

Konünizm ve Mendel genetiği, 6-7, 8-9

Kölreuter, Joseph G., 4, 36, 41

Krizenecký, Josef, 9

Kromozomlar, 89-91

Kuehne, Franz, 63, 64

Küpeçiçeği deneyleri, 64, 65

Lamarck, Jean-Baptiste de, 4, 44

Leeuwenhoek, Antoni van, 3

Linkaj, 43

Linnaeus, Carolus, 34, 35

Lisenko, Trofim, 6, 7, 8, 9, 83

Littrow, L. L., 31

Melez (bitki),

- Ayrıca bkz. Bitki melezleme deneyleri
- deney çalışmaları, 29-30
- tanımı, 1

Mendel Müzesi, 6, 7, 8, 9

Mendel'in kalıtım yasası, 42-43, 47-50

Mendel, Anton (babası), 11, 12

Mendel, Gregor,

- adını değiştirmesi, 17
- anıtı, 1, 8
- arı araştırmaları, 1, 62-64
- astronomi çalışmaları, 61
- Augustinusçu başrahip, 54, 55-57
- bitki melezleme çalışmaları, 38-53
- bitki yetiştirme çalışmaları, 64-65
- cenaze töreni ve defnedilmesi, 73-75
- çalışmalarının yeniden keşfi, 76-85
- çocukluğu ve ilk eğitimi, 11-13
- Doğa Bilimleri Cemiyeti üyeliği, 60
- doğum belgesi, 10
- doğumu, 11
- Felsefe Enstitüsü (Olomouc) eğitimi, 15-16
- fiziksel görünümü, 32
- Gymnasium (Opava) eğitimi, 13-15
- Gymnasium öğretmenliği, 23-25
- hatura madalyonu, 5

manastır yaşamı, 17-23
meteoroloji çalışmaları, 59-61
Moravya ve Silezya Tarım Cemiyeti başkanlığı, 65
öğretmenlik sınavı, 25-27, 33
öldürü, 1, 2, 73-74
Realschule öğretmenliği, 31-33
resmi arması, 68
siyasi faaliyetleri, 56-59
son yılları, 69-75
ve Darwin'in evrim kuramı, 44-45
Viyana Üniversitesi'ndeki eğitimi, 27-31
Mendel, Johann, bkz. Mendel, Gregor
Mendel, Rosine (annesi), 11
Mendel, Theresa, bkz. Schindler, Theresa
Mendel, Veronica (ablası), 11, 12, 16
Metabolizma bozuklukları, 88
Meteoroloji, 59-61
Meyve sineği araştırması, 90-91
Miescher, Johann, 92
Moravya ve Silezya Tarım Cemiyeti, 65
Morgan, Thomas Hunt, 43, 90, 91
Muller, H. J., 9

Napp, F. C. (Başrahip), 17, 19, 23, 27, 55, 62
Nägeli, Karl Wilhelm von, 28, 52, 55, 78
Niessl, Gregor, 76
Nükleik asit, 92, 93

Olasılık kuramı, 31
Olexik, Philip, 59
Ozon düzeyi ölçümleri, 59

Önceden oluşum kuramı, 3

Pangenez, 79
Poye, Ambrose, 70
Proteinler, 91, 95

Réaumur, René-Antoine de, 3
RFLP, 95
Riboz, 92, 93
RNA (ribonükleik asit), 93
Root-Bernstein, R. S., 82

Schindler, Alois (yeğeni), 67, 71, 72
Schindler, Leopold, 12
Schindler, Theresa (kız kardeşi), 11, 12, 16, 71
Schleiden, J. M., 30

Scourfield, D. J., 85
Sinsheimer, Robert, 94, 95
Sitozin, 92, 96
Sovyetler Birliği Genetikçiler ve Seçilimciler Cemiyeti, 7
Sturm, Alois (yeğeni), 66
Sturtevant, A. H., 52, 53
Sutton, Walter S., 89

Thaler, Anton, 21
Timin, 92, 93, 96
Timoleev-Ressovsky, Nikolay, 9
Tomaschek, Anton, 62, 63
Tschermak von Seysenegg, Erich, 2, 84, 85
Türlerin Kökeni (*On the Origin of Species*) (Darwin), 44-45
Twardy, Johann, 64

Unger, Franz, 28, 29, 30
Urasi, 92, 93

Viyana Üniversitesi, 27
Vries, Hugo de, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85

Watson, James, 92, 93
Weiling, Francis, 82
Wright, Sewall, 83

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

<p>1) Hayatın Kökleri 2) İkili Sarmal 3) Bir Matematikçinin Savunması 4) Modern Bilimin Oluşumu 5) Genç Bilim Adamına Öğütler 6) Üniversite 7) Rastlantı ve Kaos 8) Büyük Bilimsel Deneyler 9) Bilimin Öncülerİ 10) Çok Geç Olmadan 11) İlk Üç Dakika 12) Fizik Yasaların Üzerine 13) Bir Mühendisin Dünyası 14) Modern Çağ Öncesi Fizik 15) Kaos ☆ 16) Bilimsel Gaflar 17) Sorgulayan Denereler 18) Bir Gölgenin Peşinde (Rakamların Evrensel Tarihi I) 19) Gen Bencildir ☆ 20) Tuhaf Bu DNA'lar 21) Yıldızların Zamanı 22) Gezegenler Kılavuzu 23) Çakıl Taşlarından Babil Kulesine (R.E.T. II) 24) Dr. Ecco'nun Şaşırıcı Serüvenleri 25) Gündelik Bilinçeceler 26) 107 Kimya Öyküsü ☆ 27) Ayak Izlerinin Eşrani 28) Akdeniz Kıyılarında Hesap (R.E.T. III) 29) Teknolojinin Evrimi ☆ 30) Vücutunuz Nasıl Çalışır? ☆ 31) Dünya ve Uzay 32) Uzak Doğu'dan Maya Ülkesine (R.E.T. IV) 33) Modern Araştırmacı 34) Eski Yunan ve Roma'da Mühendislik 35) Ahı Ağacı ile Sohbetler 36) Matematiğin Aydınlanık Dünyası 37) Bilimin Arka Yüzü 38) Ortaçağda Endüstri Devrimi 39) Olağanüstü Yaşamlar 40) Darwin ve Beagle Serüveni 41) Buluş Nasıl Yapılır? 42) Sıfırın Gücü (R.E.T. V) 43) Şaşırıcı Varsayımlar 44) Sudak Bir Gezegenden Öyküler</p>	<p>Mahlon B. Hoagland James D. Watson G. H. Hardy Richard S. Westfall P. B. Medawar Henry Rosovsky David Ruelle Rom Harré Cemal Yıldırım Bernard L. Cohen Steven Weinberg Richard Feynman James L. Adams J. D. Bernal James Gleick Billy Aronson Bertrand Russell Georges Ifrah Richard Dawkins Billy Aronson Alan Lightman Patrick Moore Georges Ifrah Dennis Shasha P. Ghose - D. Home L. Vlasov - D. Trifonov B. B. Calhoun Georges Ifrah George Basalla J. Hindley - C. King S. Mayes - S. Tahta Georges Ifrah J. Barzun - H. F. Graff J. G. Landels Hikmet Birand Sinan Sertöz Adrian Berry Jean Gimpel Gould - Gould Alan Moorehead B. E. Shlesinger Georges Ifrah Francis Crick Sargun A. Tont</p>	<p>45) Anılarım 46) Evrenin Kısa Tarihi 47) Gökyüzünü Tanıyalım 48) Bilim ve İktidar 49) Matematik Sanatı 50) Türkiye'nin Tarihi 51) Galileo ve Newton'un Evreni 52) Bilgisayar ve Zekâ (Kralın Yeni Üsu I) 53) Göl İnsanları 54) Katla ve Uçur ☆ 55) Bilimsel Deneyler 56) Bunu Ancak Dr. Ecco Çözer ☆ 57) Ona Kisaca DNA Denir ☆ 58) Sen Ben Gen ☆ 59) Bız Hücreyiz ☆ 60) Hücre Savaşları ☆ 61) Astronomi 62) Modern İnsanın Kökeni ☆ 63) Bilin Adamları ☆ 64) Ekoloji ☆ 65) Atom ve Molekül ☆ 66) Bir Zamanlar 67) Anadolu Kültür Tarihi 68) Bir Yeşilin Peşinde ☆ 69) Beyin ☆ 70) Makineler ☆ 71) Depremler ve Yanardağlar 72) Hint Uygarlığının Sayısal Simgeler Sözlüğü (R.E.T. VII) ☆ 73) İnternet ☆ 74) İşık Evreni ☆ 75) Akıl Kutusu ☆ 76) Uzay Denen O Yer ☆ 77) Mavi Gezegen ☆ 78) Uydular ☆ 79) Yaşadığınız Gezegen ☆ 80) Havada Karada Suda ☆ 81) Çarpın Tablosu ☆ 82) Denizler ve Okyanuslar ☆ 83) Hava ve İklim ☆ 84) Kutuplarda Yaşam 85) Karanlık Bir Dünyada Bilimin Murn Işığ ☆ 86) Mucitler ☆ 87) Her Yönüyle Otomobiller ☆ 88) Kesirler ve Ondalık Sayılar</p>	<p>Ernst E. Hirsch Joseph Silk M. E. Özel - A. T. Saygac F. Mayor - A. Forti Jerry P. King Seaton Lloyd William Bixby Roger Penrose R. Leakey - R. Lewin Richard Kline Jane Bingham Dennis Shasha F. Balkwill - M. Rolph F. Balkwill - M. Rolph F. Balkwill - M. Rolph F. Balkwill - M. Rolph Stuart Atkinson Roger Lewin S. Reid - P. Para Richard Spurgeon P. R. Cox - M. Parsonage M. J. Mc Neil - C. King Ekrem Akurgal Asım Zihnioglu Rebecca Treays Clive Gifford Fiona Watt Philippa Wingate David Phillips S. Rose - A. Lichtenfels Helen Sharman Brian Bett Mike Painter Fiona Watt K. Little - A. Thomas Rebecca Treays Felicity Brooks F. Watt - F. Wilson Kamini Khanduri Carl Sagan S. Reid - P. Para Clive Gifford Karen Bryant-Mole</p>
---	--	--	--

★ 89) Her Yönüyle Uçaklar	Clive Gifford	128) Maddenin Son Yapıtaşları	Gerard 't Hooft
90) İslâm Dünyasında Hıot Rakamları (R.E.T. VII)	Georges Ifrah	○ 129) Evren	
★ 91) Çarpma ve Bölme	Karen Bryant-Mole	★ 130) İşte Dünya	Billy Aronson
★ 92) Tablolar ve Grafikler	Karen Bryant-Mole	○ 131) 21. Yüzyıl	Michael Tambini
★ 93) Her Yönüyle Tekneler	Christopher Maynard	◆ 132) Büyütlükler	Jenny Tyler - Robyn Gee
★ 94) Bilgisayarlar	Rebecca Treays	◆ 133) Şekiller	Karen Bryant-Mole
95) Fizigin Gizemi (K.Y.U. II)	Roger Penrose	◆ 134) Ölçmeye Başlamak	Karen Bryant-Mole
96) Bir Sayı Tut	Malcolm E. Lines	◆ 135) Zaman	Jenny Tyler - Robyn Gee
★ 97) Kaşifler	F. Everett - S. Reid	○ 136) Taşların Dünyası	R. F. Symes
★ 98) Enerji ve Güç	Richard Spurgeon - Mike Flood	137) Galileo'nun Büyüruğu	E. B. Bolles
99) Küçük Nesneler	P. G. de Gennes - J. Badoz	138) Evrenin Şiri	Robert Osserman
100) Hayvanların Sessiz Dünyası	Marian Stamp Dawkins	139) Doğanın Gizli Bahçesi	Edward O. Wilson
★ 101) Kaybolan İpuçu	B. B. Calhoun	140) Hiltit Çağında Anadolu	Sedat Alp
★ 102) Mikroskop	Chris Oxlade - Corinne Stockley	141) Dünyayı Değiştiren Beş Denklem	Michael Guillen
★ 103) Elektronik	Pam Beasant	142) Hayvan Zihni	James Gould - Carol Grant Gould
★ 104) Vücutdunuz ve Siz	Mike Unwin	○ 143) Keşifler	Rupert Matthews
★ 105) Deneylerde Bilin	Mike Unwin	144) Büyük Çekışmeler	Hal Hellman
★ 106) Dünyayı Saran Ağ: WWW	Asha Kalbag	○ 145) Hayvanlar	
★ 107) Fırtınalar ve Kasırgalar	Kathy Gemmell	★ 146) E-posta	Mark Wallace - Philippa Wingate
★ 108) Toplama ve Çıkarma	Karen Bryant-Mole	★ 147) Bilgisayarda 101 Proje	Gillian Doherty
○ 109) İnsan Vücutu	Mike Unwin	148) Yirminci Yüzyılda Paris	Jules Verne
★ 110) Yeryüzünde Yaşam	Asha Kalbag	○ 149) Otomobil Çağrı	Hubert Reeves
★ 111) Bilgisayardaki Adresiniz Web Sitesi	Hikmet Birand	150) Boşluk Bakışımın Biçimini Aiyor	Karen Bryant-Mole
112) Anadolu Manzaraları	John Lenihan	◆ 151) Renkler	J. Tyler - R. Gee
113) Bilim İş Başında	Jane McIntosh	◆ 152) Karşılıklar	J. Tyler - R. Gee
○ 114) Arkeoloji	Roger Penrose	◆ 153) Farklı Olanı Bul	Karen Bryant-Mole
115) Us Nerede? (K.Y.U. III)	Linda Gamlin	◆ 154) Rakamlar	
○ 116) Evtim	B. B. Calhoun	★ 155) Geçmişin Anahtarları	B. B. Calhoun
★ 117) Küllerin Altındaki Sır	Jack Challoner	○ 156) Derin Mavi Atlas	Bülent Gözcelioğlu - Ö. Faruk Aydıncılar
○ 118) Fizik	Rebecca Treays	157) İki Kültür	C. P. Snow
★ 119) Kaslar ve Kemikler	Rebecca Treays	158) Sonsuzluğun Kuyuları	Adrian Berry
★ 120) Beş Duyu	F. Brooks - B. Gibbs	★ 159) Mucizeler Adasına Yolculuk	Klaus Kordon
★ 121) Kuşlar	Ann Newmark	160) Porof, Zihni Sınır Proceler	İhsan Sayar
○ 122) Kimyanın Öyküsü	Georges Ifrah	161) Atomlu Parçacıklar	Steven Weinberg
123) Hesabin Destanı (R.E.T. VIII)	Peter Adamczyk - Paul-Francis Law	○ 162) Marie Curie	Naomi Pasachoff
★ 124) Elektrik ve Manyetizma	Stephen Jay Gould	○ 163) Sigmund Freud	Margaret Muckenhoupt
125) Darwin ve Sonrası	Alexandre Koyré	○ 164) Johannes Kepler	James R. Voelkel
126) Bilim Tarihi Yazılan 1	Jack Challoner	○ 165) Gregor Mendel	Edward Edelson
○ 127) Kimya		◆ OKULÖNCESİ KİTAPLIĞI	
		◆ YAŞAMOYKÜŞÜ DİZİSİ	

★ ÇOCUK KİTAPLIĞI
★ GENÇLİK KİTAPLIĞI
○ BAŞVURU KİTAPLIĞI

◆ OKULÖNCESİ KİTAPLIĞI
□ YAŞAMOYKÜŞÜ DİZİSİ



★ 89) Her Yönüyle Uçaklar	Clive Gifford	128) Maddenin Son Yapılaşları	Gerard 't Hooft
90) İslam Diniyatında Hint Rakamları (R.E.T. VII)	Georges Ifrah	○ 129) Evren	Billy Aronson
☆ 91) Çarpma ve Bölme	Karen Bryant-Mole	☆ 130) İste Dünya	Michael Tambini
☆ 92) Tablolar ve Grafikler	Karen Bryant-Mole	○ 131) 21. Yüzyıl	Jenny Tyler - Robyn Gee
★ 93) Her Yönüyle Tekneler	Christopher Maynard	◆ 132) Büyüklükler	Karen Bryant-Mole
★ 94) Bilgisayarlar	Rebecca Treays	◆ 133) Şekiller	Karen Bryant-Mole
95) Fizigin Gizemi (K.Y.U. II)	Roger Penrose	◆ 134) Ölçmeye Başlamak	Karen Bryant-Mole
96) Bir Sayı Tut	Malcolm E. Lines	◆ 135) Zaman	Jenny Tyler - Robyn Gee
★ 97) Kâşifler	F. Everett - S. Reid	○ 136) Taşların Dünyası	R. F. Symes
★ 98) Enerji ve Güç	Richard Spurgeon - Mike Flood	137) Galileo'nun Buyruğu	E. B. Bolles
99) Kırılgan Nesneler	P. G. de Gennes - J. Badoz	138) Evrenin Sili	Robert Osserman
100) Hayvanların Sesli Dünyası	Marian Stamp Dawkins	139) Doğanın Gizli Bahçesi	Edward O. Wilson
★ 101) Kaybolan İpucu	B. B. Calhoun	140) Hitit Çağında Anadolu	Sedat Alp
★ 102) Mikroskop	Chris Oxlade - Corinne Stockley	141) Dünüyayı Değiştiren Beş Denklem	Michael Guillen
★ 103) Elektronik	Pam Beasant	142) Hayvan Zihni	James Gould - Carol Grant Gould
★ 104) Vücutunuz ve Siz	Mike Unwin	○ 143) Keşifler	Rupert Matthews
★ 105) Deneylerle Bilim	Mike Unwin	144) Büyük Çekişmeler	Hal Hellman
★ 106) Dünyayı Saran Ağ: WWW	Asha Kalbag	○ 145) Hayvanları	
★ 107) Füsnaları ve Kasırgalar	Kathy Gemmell	★ 146) E-posta	Mark Wallace - Phillipa Wingate
★ 108) Toplama ve Çıkarma	Karen Bryant-Mole	★ 147) Bilgisayarda 101 Proje	Gillian Doherty
○ 109) İnsan Vücutu	Mike Unwin	148) Yirminci Yüzyılda Paris	Jules Verne
★ 110) Yeryüzünde Yaşam	Asha Kalbag	○ 149) Otomobil Çağı	
★ 111) Bilgisayardaki Adresiniz Web Sitesi	Hikmet Birand	150) Boşluğ Bakışının Büçümünü Alıyor	Hubert Reeves
112) Anadolu Manzaraları	John Lenihan	◆ 151) Renkler	Karen Bryant-Mole
113) Bilim İş Başında	Jane McIntosh	◆ 152) Karşılıklar	J. Tyler - R. Gee
○ 114) Arkeoloji	Roger Penrose	◆ 153) Farklı Olan Bul	J. Tyler - R. Gee
115) Us Nerede? (K.Y.U. III)	Linda Gamlin	◆ 154) Rakamlar	Karen Bryant-Mole
○ 116) Evinim	B. B. Calhoun	☆ 155) Geçmişin Anahtarları	B. B. Calhoun
★ 117) Küllerin Altındaki Sir	Jack Challoner	○ 156) Derin Mavi Atlas	Bülent Gözcelioğlu - Ö. Faruk Aydınlar
○ 118) Fizik	Rebecca Treays	157) İki Kültür	C. P. Snow
★ 119) Kaşlar ve Kemikler	Rebecca Treays	158) Sonsuzluğun Kıyaları	Adrian Berry
★ 120) Beş Duyu	P. Brooks - B. Gibbs	☆ 159) Mucizeler Adasına Yolculuk	Klaus Kordon
★ 121) Kuşlar	Ann Newmark	160) Porof. Zihni Sinir Proceler	İrfan Sayar
○ 122) Kimyanın Öyküsü	Georges Ifrah	161) Atomaltı Parçacıklar	Steven Weinberg
123) Hesabın Destarı (R.E.T. VIII)	Peter Adamczyk - Paul-Francis Law	○ 162) Marie Curie	Naomi Pasachoff
★ 124) Elektrik ve Manyetizma	Stephen Jay Gould	○ 163) Sigmund Freud	Margaret Muckenhoupt
125) Darwin ve Sonrası	Alexandre Koyré	○ 164) Johannes Kepler	James R. Voelkel
126) Bilim Tarihi Yazılan 1	Jack Challoner	○ 165) Gregor Mendel	Edward Edelson
○ 127) Kimya			

★ ÇOCUK KİTAPLIĞI

★ GENÇLİK KİTAPLIĞI

○ BAŞVURU KİTAPLIĞI

◆ OKULÖNCESİ KİTAPLIĞI

□ YAŞAMÖYKÜSÜ DİZİSİ